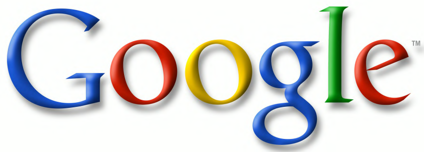
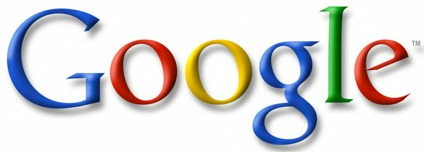
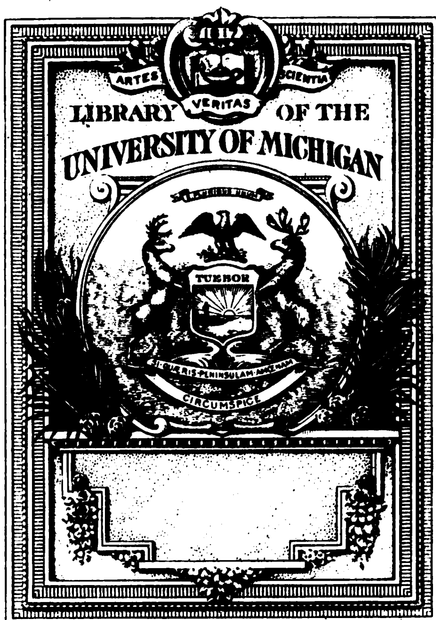





ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS, QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Accompagné d'une Nécrologie scientifique

PAR

LOUIS FIGUIER

DIX-NEUVIÈME ANNÉE (1875)

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET C[ie]
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1876

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

PUBLIÉS A LA MÊME LIBRAIRIE :

L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE, 19 années. 19 volumes jésus. Prix : 3 fr. 50 le volume.

L'ALCHIMIE ET LES ALCHIMISTES. *Essai historique et critique sur la philosophie hermétique.* 1 vol. in-8 jésus. 3e édit. Prix : 3 fr. 50.

HISTOIRE DU MERVEILLEUX DANS LES TEMPS MODERNES. 4 vol. in-18 jésus. 3e édit. (1873). Prix : 14 fr.

LE LENDEMAIN DE LA MORT, ou *la Vie future selon la science.* 1 volume in-18 jésus, accompagné de 10 figures d'astronomie. 5e édition (1873). Prix : 3 fr. 50.

OUVRAGES ILLUSTRÉS A L'USAGE DE LA JEUNESSE

Format grand in-8

PRIX DE CHAQUE VOLUME, BROCHÉ, 10 FRANCS

La demi-reliure, dos en chagrin, plats en toile, tranches dorées, se paye 4 fr. en sus.

I. — TABLEAU DE LA NATURE.

I. LA TERRE AVANT LE DÉLUGE. 7e édition (1874). Un volume, contenant 25 vues idéales de paysages de l'ancien monde, 345 autres figures et 8 cartes géologiques coloriées.

II. LA TERRE ET LES MERS, ou description physique du globe. 5e édition (1874). Un volume, contenant 206 figures dessinées par Karl Girardet, Lebreton, etc., et 19 cartes de géographie physique.

III. HISTOIRE DES PLANTES. 2e édition (1874). Un volume, illustré de 416 figures dessinées par Faguet.

IV. LES ZOOPHYTES ET LES MOLLUSQUES. Un volume, illustré de 385 figures dessinées d'après les plus beaux échantillons du Muséum d'histoire naturelle.

V. LES INSECTES. 3e édition (1875). Un volume, illustré de 594 figures, dessinées d'après nature par Mesnel, Blanchard et Delahaye, et de 24 grandes compositions.

VI. LES ANIMAUX ARTICULÉS, LES POISSONS ET LES REPTILES. 3e édition (1876). Un volume, accompagné de 300 figures.

VII. LES OISEAUX. 3e édition. Un volume, illustré de 322 figures dessinées par A. Mesnel, Bévallet, etc.

VIII. LES MAMMIFÈRES. 2e édition (1873). Un volume, illustré de 280 figures dessinées par Mesnel, de Penne, Lalaisse, Bocourt, Bayard et de Neuville.

IX. L'HOMME PRIMITIF. 4e édition (1876). Un volume, contenant dans le texte 256 figures représentant les objets usuels des premiers âges de l'humanité, et hors texte, 40 scènes de la vie de l'homme primitif, dessinées par É. Bayard.

X. LES RACES HUMAINES. 3e édition (1875). Un volume, illustré de 268 figures dessinées sur bois et de 8 chromolithographies représentant les principaux types des familles humaines.

II. — OUVRAGES DIVERS.

LE SAVANT DU FOYER, ou *Notions scientifiques sur les objets usuels de la vie.* 1 volume, illustré de 288 vignettes et d'une carte coloriée. 7e édition (1876).

LES GRANDES INVENTIONS ANCIENNES ET MODERNES dans les sciences, l'industrie et les arts. 1 volume, illustré de 304 gravures sur bois. 6e édit. (1873).

VIES DES SAVANTS ILLUSTRES, DEPUIS L'ANTIQUITÉ JUSQU'AU XIXe SIÈCLE. 5 volumes grand in-8, accompagnés de 175 grandes compositions et portraits authentiques (1865-1870) : Tome Ier, *Savants de l'antiquité.* — Tome IIe, *Savants du Moyen âge.* — Tome IIIe, *Savants de la Renaissance.* — Tome IVe, *Savants du* XVIIe *siècle.* — Tome Ve et dernier, *Savants du* XVIIIe *siècle.* (Chaque vol. broché, 10 fr.)

Typographie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.

LA CATASTROPHE DU ZÉNITH, le 15 avril 1875

L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS, QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Accompagné d'une Nécrologie scientifique

PAR

LOUIS FIGUIER

DIX-NEUVIÈME ANNÉE (1875)

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1876

L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

(DIX-NEUVIÈME ANNÉE)

ASTRONOMIE

1

Résultat des travaux des expéditions scientifiques françaises et étrangères chargées de l'observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil.

Nous avons, à la fin de l'année dernière, donné le résultat sommaire des travaux des expéditions envoyées en divers pays par les nations des deux mondes pour l'observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, le 9 décembre 1874. Les rapports des chefs de ces diverses expéditions ont été publiés dans le courant de l'an- 1875.

Le premier rapport arrivé à l'Académie des sciences est celui de M. Héraud : il est daté de Saïgon, le 18 décembre 1874.

L'observatoire de Saïgon, qui est d'une grande stabilité, ce qui est rare en Cochinchine, a été bâti en 1862, pour les besoins de l'hydrographie, dans une situation

excellente, mais qui laisse à désirer maintenant, à cause du développement de la ville.

L'installation de la lunette sur sa monture équatoriale était terminée vers le 15 novembre 1874.

Dans le jardin, à vingt mètres à l'ouest de l'observatoire, M. Bonifay avait établi une petite lunette sur une table massive.

La nuit du 8 décembre fut très-belle, et à sept heures du matin, le 9 décembre, la lunette, pointée sur le Soleil, donnait des images très-calmes. Le ciel était un peu teinté de blanc et parsemé de légers nuages; aucun pourtant ne vint voiler le Soleil, dont l'éclat resta invariable pendant les observations.

Une demi-heure avant l'entrée de la planète sur le Soleil, la comparaison des chronomètres destinés à l'observation était faite avec le pendule sidéral et avec trois bons chronomètres, que l'on suivait depuis plusieurs jours. La même opération fut répétée après l'entrée, ainsi qu'avant et après la sortie. L'erreur sur l'heure absolue n'atteint pas un tiers de seconde.

M. Héraud a observé avec un objectif de 160 millimètres et un grossissement de 155 fois.

La lunette de M. Bonifay avait un objectif de 55 millimètres et un grossissement de 63 fois.

Ce qui a le plus frappé ces observateurs, c'est l'apparition, inattendue pour eux, d'une auréole lumineuse, dessinant extérieurement le limbe de Vénus avant l'entrée complète. Cette apparition eut lieu en même temps pour les deux observateurs. Cet arc lumineux n'avait pas une épaisseur partout égale; il était un peu plus large dans sa partie inférieure. A la sortie, le phénomène ne s'est pas reproduit.

Le bord bien nettement frangé obtenu pour Vénus, après la mise au point sur les étoiles, indique que la grande lunette était à peu près exempte d'aberration; cependant M. Héraud ne croit pas avoir complétement échappé aux perturbations qui masquent le contact, sur-

tout à l'entrée. L'apparition du filet lumineux a été pour ainsi dire graduelle. De plus, la séparation des franges et de l'image noire était plus nette, aussi nette au moins que la séparation des franges et de l'image lumineuse du Soleil.

La disparition du filet lumineux, à la sortie, a été plus nette que ne l'avait été son apparition à l'entrée. Au moment où elle s'est produite, la distance de la partie noire de l'image au bord du Soleil représentait bien l'épaisseur des franges; du reste, l'instant où cette distance semblait nulle a été aussi noté.

M. Bonifay semble s'être trouvé en présence de tous les phénomènes perturbateurs à l'entrée et à la sortie. Sa petite lunette, très-claire, a donné pour Vénus une image noire tranchée, exempte de franges et plus satisfaisante à l'œil que l'image de la grande lunette. Après l'observation, la position obtenue différait légèrement avec celle donnée par les étoiles.

Chacun des observateurs a noté deux phases principales. Ils étaient préoccupés de rechercher dans la forme de l'échancrure, dans sa position par rapport au Soleil, des manifestations du contact autres que l'apparition ou la disparition du filet lumineux exposées aux perturbations.

Ainsi, M. Bonifay a donné, pour l'heure du premier contact intérieur, celle où le filet lumineux extérieur de Vénus, qu'il voyait encore, lui a paru continuer le bord du Soleil : tandis que M. Héraud notait l'instant où, les cornes cessant de se rapprocher, la partie noire de Vénus lui paraissait toucher le bord du Soleil, et dans cette appréciation il fallait compléter par la pensée les bords des deux astres au voisinage du point de contact, ce qui ne comporte pas une certitude absolue.

Les observations faites à Saïgon ont donc été aussi satisfaisantes que possible.

Le second rapport parvenu à l'Académie est celui de

M. Janssen. Il est daté de l'Observatoire de Kompira-Yama, au Japon, le 10 décembre 1874. Deux télégrammes du même astronome, datés du 9 et du 10 décembre, avaient déjà annoncé l'heureuse observation du passage.

Bien que le temps n'ait pas été entièrement favorable et qu'on eût désiré pouvoir prendre un plus grand nombre de photographies, M. Janssen s'estime très-heureux d'avoir pu observer les deux contacts intérieurs et obtenir le plus important.

D'après les renseignements recueillis sur la climatologie du Japon, M. Janssen se décida à établir ses appareils à Nagasaki et à Kobé. Une haute colline, appelée Kompira-Yama, qui domine la rade de Nagasaki, est à l'abri des vapeurs de la ville. C'est là que l'on fit la première installation. Mais des orages violents vinrent contrarier les travaux. Pendant une bourrasque, la lunette équatoriale de M. Tisserand fut renversée et son micromètre brisé. Heureusement, M. Janssen avait une lunette de six pouces destinée à des observations spectrales. Il sacrifia ces observations, et M. Tisserand pût réparer son malheur.

Après cette fâcheuse période, le temps se remit, et les observations préparatoires purent être faites. M. Picard était chargé de l'appareil photographique de la commission. M. d'Almeida dirigeait l'appareil à révolver pour la photographie des contacts; M. Arens s'occupait de toute la partie photographique, et spécialement de celle de l'équatorial photographique. Deux marins, MM. Michaut et Mercier, assistaient les observateurs avec zèle et intelligence.

L'expédition de Kobé était préparée dès le milieu de novembre. Les instruments qui devaient y être envoyés étaient essayés, réglés, et les observateurs exercés.

M. Delacroix, enseigne de vaisseau, emportait une lunette de Bardou, de six pouces, pour faire l'observation astronomique; M. Chimizou avait une excellente lunette photographique de Steinheil rigoureusement réglée.

Deux chronomètres complétaient leur bagage. Le gouvernement japonais donna la franchise télégraphique, et fit construire à ses frais le bout de ligne télégraphique nécessaire pour mettre directement en rapport les deux observatoires de Nagasaki et de Kobé.

Une pluie abondante ne cessa de tomber pendant les quinze à vingt jours qui précédèrent le passage. Heureusement, dans la matinée du 9, le temps fut assez beau, quoique le ciel fût un peu voilé. Le premier contact fut obtenu par MM. Tisserand et Janssen dans l'équatorial de huit pouces, dont la lunette est très-bonne. L'image de Vénus se montra très-ronde, bien terminée, et la marche relative du disque de la planète par rapport au disque solaire s'exécuta géométriquement, sans aucune apparence de ligament ni de goutte. Mais il s'écoula un temps assez long entre le moment où le disque de Vénus paraissait tangent intérieurement au disque du Soleil et celui de l'apparition du filet lumineux. L'anomalie apparente qui se présente ici est attribuée par M. Janssen à l'atmosphère de la planète.

Une photographie a été prise au moment où le contact paraissait géométrique; mais sur cette épreuve le contact n'a pas encore lieu. M. d'Almeida a obtenu une plaque de quarante-sept photographies du bord solaire, qui conduit aux mêmes conclusions.

Ces résultats, que M. Janssen se propose de discuter, pourront conduire à d'importantes conséquences.

Après le premier contact intérieur, des photographies furent prises, malgré l'existence des nuages. Vers l'instant du deuxième contact intérieur, une éclaircie se produisit sur le Soleil, et l'instant de ce contact fut obtenu avec précision. Au moment du dernier contact extérieur, le ciel était tout à fait couvert, mais ce contact a peu d'importance.

Pendant la durée du phénomène, les observateurs de Nagasaki recevaient des nouvelles de Kobé. Ils apprenaient que les deux premiers contacts y avaient été ob-

servés, qu'une quinzaine de photographies avaient été prises et que les deux derniers contacts étaient obtenus.

Dès le lendemain, la pluie reprenait avec violence et continuité. La Providence semblait avoir fait, au milieu de cette fâcheuse période, une courte trêve en faveur de nos savants.

Avec des verres d'une coloration bleu-violet, particulière et très-pure, M. Janssen a pu voir Vénus, avant qu'elle eût touché le disque solaire. La planète se détachait comme une petite tache ronde très-pâle. Quand elle commença à mordre sur le disque lumineux, cette tache complétait le segment noir qui se trouvait sur l'astre radieux. C'était une éclipse partielle de l'atmosphère coronale. Cette observation prouve évidemment l'existence de cette atmosphère lumineuse.

M. Janssen a vu Vénus depuis environ deux à trois minutes de distance du bord solaire. C'est ainsi que ce savant a pu confirmer ses observations de 1871 tendant à établir qu'une atmosphère coronale existe autour du Soleil, et s'étend, pour ainsi dire, indéfiniment.

L'expédition française envoyée à l'île Saint-Paul et dirigée par M. Mouchez a obtenu des résultats tout aussi favorables que ceux de M. Janssen. C'est M. Mouchez lui-même qui a lu à l'Académie des sciences le rapport dont nous allons donner un extrait.

M. Mouchez commence par quelques indications générales sur le climat des îles Saint-Paul et Amsterdam. La formation des nuages est favorisée par la grande hauteur et l'isolement, au milieu de l'Océan, de l'îlot, qui attire et retient les vapeurs atmosphériques. Des pluies fréquentes résultent de cette disposition. De plus, l'île Saint-Paul est un cratère de volcan dans lequel la mer a pénétré par une petite brèche située à l'est. Les parois à pic du cratère forment un bassin circulaire de 260 mètres de hauteur sur 1000 ou 1200 mètres de diamètre. Ce cratère est comme une vaste chaudière déga-

geant des vapeurs qui sont condensées par les vents froids du large. Il en résulte des brumes permanentes au-dessus de l'île.

L'atmosphère reste si peu transparente entre les nuages, qu'il est impossible de voir, de jour, avec un excellent équatorial de huit pouces, des étoiles surpassant la seconde grandeur, et des étoiles au-dessous de la cinquième grandeur, pendant la nuit, avec une lunette méridienne de sept à huit centimètres.

Pendant les trois mois de séjour de l'expédition française dans ces parages, il n'y eut pas un seul jour de temps entièrement découvert. Le ciel se montrait rarement sans nuages, trois à quatre heures au plus, et généralement dans l'après-midi.

Le seul espoir qui soutenait les observateurs était l'opinion des pêcheurs Malgaches, affirmant qu'il y avait toujours une embellie le jour de la nouvelle lune.

L'événement devait confirmer cet espoir.

Le 8, la veille du passage de Vénus, il tombait une pluie torrentielle et incessante, et la mer était grosse. Une brume épaisse enveloppait toute l'île. Cependant les préparatifs étaient poussés activement. Ils étaient terminés vers minuit, y compris la préparation de deux cents cinquante plaques daguerriennes.

Vers trois heures du matin, le vent saute du nord-est au nord-ouest. Alors la pluie cesse, le voile du ciel se déchire, et le baromètre remonte. Au lever du jour, le ciel est splendide, et une demi-heure avant le premier contact, chacun est à son poste.

M. Mouchez se tenait à l'équatorial de huit pouces; M. Turquet, lieutenant de vaisseau, était à l'équatorial de six pouces; M. Velain avait une petite lunette astronomique de trois pouces, établie au sommet de l'île. MM. Cazin et Rochefort s'occupaient de la photographie.

Le premier contact fut à peu près complétement manqué. La mesure de la distance des cornes fut contrariée par des rafales qui agitaient la lunette. Les nuages di-

minuaient et le ciel devenait de plus en plus transparent, à mesure que la planète avançait sur le Soleil. Environ un quart d'heure après le premier contact, la moitié de Vénus étant encore hors du Soleil, M. Mouchez aperçut subitement tout le disque de la planète, entouré d'une pâle auréole, plus brillante dans le voisinage du Soleil qu'au sommet de la planète.

Comme l'instant du deuxième contact approchait, les deux parties extrêmes, plus visibles, de l'auréole avoisinant le Soleil tendaient à se réunir en enveloppant d'une lumière plus vive le segment extérieur de Vénus. Un arc de cercle lumineux opérait la réunion anticipée des cornes, laquelle était rendue encore plus complète par un petit rebord très-brillant de lumière qui terminait l'auréole sur la planète. Malgré le changement de verre du bleu pâle au bleu foncé, l'auréole demeura visible.

C'est pour cela que l'on décida de prendre comme l'heure du contact le moment où le disque solaire ne parut plus déformé par la lumière brillante qui enveloppait Vénus au point de contact. En raison de cette circonstance, cette observation paraît à M. Mouchez comporter une exactitude beaucoup moindre que celle des contacts intérieurs du Soleil et de la Lune lors des éclipses totales ou annulaires.

Le second observateur, M. Turquet, n'a pas vu l'auréole. Il pense avoir obtenu des contacts d'une grande précision.

L'extrême netteté des nuages et la marche assez rapide des diverses phases pendant que la planète traverse l'un ou l'autre bord du Soleil, donnent la plus grande confiance dans l'exactitude des mesures micrométriques et surtout dans les photographies.

Pendant tout le temps du passage, la photographie a donné des épreuves. 443 épreuves daguerriennes ont été obtenues et 142 sur collodion. En défalquant les épreuves mal venues, on a un total de 489 épreuves utilisables.

L'auréole a paru absolument indépendante de la planète. Elle se comportait comme une atmosphère solaire très-pâle, recevant la projection de l'écran noir de la planète. Cette atmosphère, d'après M. Mouchez, serait rendue visible par un effet de contraste. Son épaisseur serait de vingt-cinq à trente secondes de hauteur.

Les conditions dans lesquelles le troisième contact a été observé sont excellentes; le ciel était très-pur entre les nuages; les mêmes phénomènes qu'au deuxième contact se présentaient en sens inverse. C'est alors que le ciel commença à se couvrir de nouveau; le quatrième contact fut observé à onze heures trente minutes, mais il est resté fort douteux.

Enfin, à midi, M. Mouchez put encore observe le passage du Soleil au méridien pour régler les chronomètres.

Quelques minutes après, la pluie, la brume, le vent, recommencèrent comme la nuit précédente. La tempête continuait; elle n'avait été suspendue que pendant cinq heures, durée du passage! elle continua encore pendant trente-six heures.

Dès que l'opération fut terminée, la *Dives*, qui était revenue de l'île de la Réunion, hissa le pavillon national en tête de ses mâts, et salua de cinq coups de canon le succès inespéré de la mission française de l'île Saint-Paul.

Un autre groupe de savants, dirigé par M. Bouquet de la Grye, était allé s'installer à l'île Campbell; mais ses observations n'ont pas été favorisées comme les précédentes.

M. Bouquet de la Grye a lu à l'Académie des sciences un rapport rendant brièvement compte des documents scientifiques recueillis par lui et par ses compagnons.

Le matin du passage, le temps n'était pas beau; à midi, on observa seulement le passage du Soleil à quelques fils de chacune des deux lunettes méridiennes. Entre midi et une heure, des trouées dans les nuages

laissèrent voir le disque du Soleil; il était d'une netteté remarquable, qui persistait avec les plus forts grossissements. Cinq minutes avant l'entrée de la planète sur le Soleil, c'est-à-dire à une heure, le Soleil paraissait encore. Deux minutes plus tard, M. Bouquet de la Grye aperçut, en dehors du point du disque où cette entrée devait s'effectuer, une masse noire à bords cotonneux, entourée d'une faible auréole. C'était Vénus, se peignant sur l'atmosphère coronale. Puis, au moment où le vrai contact allait se produire, un nuage plus épais survint, et dura plus d'un quart d'heure.

Une éclaircie se produisit lorsque Vénus était à moitié engagée sur le disque solaire. La planète et le bord du Soleil étaient encore d'une admirable netteté de contours, sans réfraction anormale aux intersections. La moitié de Venus se projetait sur le disque, sans auréole. Cette éclaircie ne dura que vingt secondes, le temps de prendre une double distance au bord interne.

Après cela, tout fut fini. Les brumes s'épaissirent, et le disque du Soleil cessa d'être aperçu.

Ces chances défavorables ont été d'ailleurs le partage de quelques savants des autres nations. A Christchurch (Nouvelle-Zélande), le major Palmer, qui avait monté une magnifique station d'observation, a été encore plus malheureux. Aux îles Chatham, les Américains, sauf le professeur Peters à Queens-Town, ont été tout aussi mal partagés. M. Peters a pu cependant de Tien-tsin à Tung-châo, sur le fleuve de Peï-ho, observer deux contacts et prendre une longue série d'épreuves photographiques.

Nous passons à la relation du voyage et des observations de l'expédition française envoyée à Pékin, qui avait pour chef M. Fleuriais, officier de marine.

Le 16 août 1874 les explorateurs arrivaient à Shangaï. De là on se rendit à Tien-tsin, sur le chemin de Pékin. Quatre jonques servirent au transport du personnel et du matériel.

Le matériel de cette mission se composait : d'une lunette équatoriale de huit pouces d'ouverture, d'une seconde lunette équatoriale de six pouces, de l'appareil photographique de MM. Fizeau et Cornu, et d'une série d'autres instruments, tels que lunette méridienne portative, chronomètres, théodolite, etc., fournis par le Dépôt de la marine.

MM. Blarez et Lapied, officiers de marine, et M. Huet, quartier-maître de timonerie, secondaient M. Fleuriais dans ses opérations.

« La navigation, dit M. Fleuriais, se fit à la cordelle et à la voile, excepté au départ de Tien-tsin et aux approches du Pékin, points sur lesquels l'encombrement inouï, produit par la réunion d'un nombre incalculable de bateaux de rivière, oblige à n'avancer que mètre à mètre, à coups de perche quelquefois, à force de bras et de jambes le plus souvent.

« Inutile d'ajouter que, dans ces dédales, on n'avance qu'au milieu d'un concert de cris aigus et d'injures, heureusement impossibles à comprendre. Après de nombreux échouages sans gravité, l'escadrille arriva à Tung-châo, ville fortifiée, distante de 25 kilomètres environ de la capitale. »

Pour arriver à Pékin il fallait abandonner le Peï-ho. Trois moyens de communication se présentaient à nos explorateurs : une route défoncée par les dernières inondations; une seconde route dallée sur toute sa longueur, qui *jadis* dut être magnifique, mais qui était impraticable pour le moment; enfin un canal à écluses, mais sans portes et sans prise d'eau. Pour un matériel aussi délicat que celui de nos astronomes, un seul procédé de transport était applicable : le transport à bras. Heureusement les Chinois ont élevé ce mode à la hauteur d'un art.

Cent cinquante *coulies*, divisés par escouades, transportèrent le matériel, à bras. Chaque escouade allait d'un pas cadencé, sur un rhythme chanté par un chef. Elle ne mit que vingt-quatre heures pour effectuer le transport de Tung-Châo à Pékin. Tous les instruments arrivèrent intacts.

En défonçant le jardin pour construire l'observatoire, on rencontra les assises d'anciennes fondations, qui donnèrent des points d'assiette d'une grande solidité pour les instruments.

Le 1er septembre, l'observatoire était achevé, et le 26 les instruments étaient installés. Les plus grands inconvénients à redouter étaient le froid à venir et les nuages de poussière qui, à Pékin, sont d'une intensité capable de cacher quelquefois le soleil. C'est pourquoi les chronomètres, pendule, chronographe, piles, etc., furent placés dans une chambre chauffée et toujours close, située à trente mètres de l'observatoire.

32 déterminations de longitude et 18 de latitude donnèrent une approximation de 1″,5 de temps pour la première et 0″,5 d'arc pour la seconde.

M. Blarez, qui avait dirigé le montage de l'appareil photographique, tomba subitement malade et se trouva hors d'état de concourir aux travaux. Heureusement M. Bellanger, nommé commandant de la *Couleuvre*, arriva à Pékin huit jours avant le phénomène attendu, et le 9 décembre il observait les quatre contacts.

La grande mission américaine était installée dans l'est de Pékin. Les deux observatoires furent reliés l'un à l'autre.

Le 9 décembre, jour du passage de Vénus, le Soleil se leva radieux au milieu d'une atmosphère calme et pure.

Le matin, à 8 heures, on commença par observer l'étoile polaire. A 8 heures et demie, la partie sud du ciel se couvre de brumes blanches, le Soleil disparaît; mais le zénith reste dégagé. A 9 heures, on fait l'observation du passage d'Arcturus.

9 heures 15. Le Soleil reparaît éclatant.

9 heures 30. *Premier contact.* Le disque est net et sans ondulation. Les photographies viennent bien.

De 9 heures 30 à 10 heures, de légères brumes courent sur le Soleil.

A 10 heures, les brumes sont très-légères, et l'on observe le *deuxième contact*, avec des ondulations insigni-

fiantes. Dans la lunette de six pouces, M. Bellanger aperçoit un léger ligament. Dans la lunette de huit pouces, M. Fleuriais ne voit que quelques franges. Les photographies sont nettes.

De 10 à 11 heures, le disque du Soleil se perd dans des nuages blancs, mais les observations sont toujours très-faciles avec les lunettes équatoriales.

De 11 heures à 1 heure du soir, le ciel est complétement couvert, et tout semble perdu.

1 heure soir. Brise du nord.

1 heure 30. Le ciel est bleu; ondulations sensibles.

1 heure 50. Le disque est éclatant. *Troisième contact.* Franges plus marquées qu'au deuxième contact.

2 heures 15. Le vent ramène les nuages.

2 heures 18. *Quatrième contact.* Observation bonne et facile.

2 heures 20. Le Soleil a disparu.

2 heures 30. Observation du passage d'Altaïr.

2 heures 50. Bourrasque. Ouragan de poussière. On ne voit pas à dix pas.

3 heures 45. Le calme se fait, le ciel est pur.

Le nombre seul des photographies a souffert; un ciel plus régulièrement dégagé n'aurait en rien augmenté la précision des épreuves obtenues.

Dans le courant de novembre, le prince Kong était venu visiter l'observatoire. Pendant toute la durée du passage, le grand mandarin Chung-ho ne quitta pas les instruments et dressa procès-verbal, par ordre de l'empereur, de toutes les phases du phénomène.

Quelques jours après le 9 décembre, les impératrices douairières firent demander, par le prince Kong, une photographie représentant le phénomène astronomique observé.

La maladie, puis la mort de l'empereur de la Chine, mirent obstacle aux excursions que les observateurs avaient projetées dans l'intérieur du pays. On se borna au voyage de la Grande-Muraille

Le plan complet de la ville de Pékin fut levé. Pékin (villes tartare et chinoise réunies) a 8473 mètres de long dans le sens nord-sud, sur 7000 mètres de large.

La muraille, qui forme autour de Pékin une enceinte continue, a 33 kilomètres de tour. Sa section est de 13 mètres de haut sur 15 de large. Des bastions de 12 mètres sur 12 mètres les uns, de 25 mètres sur 25 mètres les autres, sont échelonnés de 100 en 100 mètres.

Neuf doubles portes monumentales donnent accès dans la ville tartare.

Le 26 février 1875, M. Fleuriais fut prévenu que l'embouchure du Peï-ho se débarrassait des glaces qui empêchaient son accès depuis le 20 décembre. Le départ eut donc lieu, et le 1er mai l'expédition française entrait dans le port de Marseille.

La mission scientifique française envoyée à Nouméa pour observer le passage de Vénus était dirigée par M. André, astronome de l'Observatoire de Paris, secondé par M. Angot, physicien.

Partis de Marseille le 19 juillet, les voyageurs arrivèrent à leur destination le 2 octobre 1874, après une pénible traversée.

L'installation était à peu près terminée dans les premiers jours de novembre.

Il s'agissait d'avoir des observateurs pour les divers instruments que l'on avait emportés. Outre une lunette de 6 pouces, devant relier cette position aux stations françaises, il y avait encore trois lunettes de 4 pouces, pour établir la communication avec les nombreuses stations russes échelonnées sur la frontière méridionale de la Sibérie, ainsi qu'une lunette de 3 pouces non argentée, devant principalement servir à l'observation du phénomène astronomique attendu.

Un membre de la Société royale de Londres, le révérend Richard Abbay, se chargea de ce dernier instrument. Des

officiers du génie ou de l'artillerie s'exercèrent aux lunettes de 4 pouces.

M. Angot, chargé des opérations photographiques, forma et instruisit son personnel.

Depuis leur arrivée, les savants français avaient remarqué que chaque nouvelle lune avait été caractérisée par une série de jours pluvieux ou absolument couverts; il en était ainsi depuis une dizaine de mois. Or le 9 décembre, jour du phénomène, était précisément un jour de nouvelle lune. Le 4 décembre, le temps se mit à la pluie, pour continuer ainsi jusque dans la matinée du 9, sans changement dans l'état du baromètre.

Deux cents plaques daguerriennes étaient préparées et leur sensibilisation était terminée le 9 décembre, à huit heures du matin. Vers dix heures trente minutes les nuages diminuèrent peu à peu d'intensité, et à onze heures quinze minutes l'image du Soleil, singulièrement voilé, était aperçue à travers le rideau des nuages.

Le temps continua à s'améliorer un peu, et le premier contact externe fut observé à travers les nuages. De légers nuages blancs recouvraient encore le Soleil au moment du deuxième contact, ce qui n'empêcha pas de faire l'observation convenablement.

Le Soleil fut complétement invisible lors du troisième contact. Quant au quatrième et dernier contact, il ne put être observé qu'en enlevant les verres noirs et en regardant directement l'image focale à travers l'oculaire seul.

Les résultats photographiques furent plus heureux. Quoique le ciel ne fût entièrement découvert que pendant de courts et rares intervalles, les nuages ne furent jamais assez épais pour empêcher la formation d'une image nette. Deux cent quarante photographies ont pu être obtenues ainsi, parmi lesquelles il y en a une centaine de bonnes, qui se prêteront facilement aux mesures.

Nous compléterons ces renseignements par ce qui est parvenu à notre connaissance sur les missions étrangères.

Une lettre de M. le colonel Tennant, datée de Boorkes, nous apprend qu'il vit la planète quatre ou cinq minutes après le premier contact. Avec un micromètre à double image, cet observateur prit 16 mesures de la corde joignant les cornes à l'entrée.

L'heure du contact intérieur fut notée avec 26 mesures de la distance des bords et 68 mesures du diamètre de Vénus et encore 16 mesures de la distance des bords; le contact extérieur, 16 mesures de la corde à la sortie, et le dernier contact.

Malgré la vacillation qui était très-grande, M. Tennant pense que ses résultats sont très-satisfaisants, et il les considère comme de première classe, par rapport à tout autre micromètre. Aucune trace de goutte noire n'a été observée ni à l'entrée ni à la sortie.

Le capitaine Campbell a trouvé l'entrée intérieure à deux secondes près de l'heure du colonel Tennant. Le capitaine Waterhouse a obtenu cent neuf photographies du disque solaire, presque toutes au collodion humide. Le résultat de l'appareil de Janssen au contact intérieur à la sortie est affecté par l'arrêt du chronographe.

Le colonel Tennant fait remarquer, dans une seconde lettre, qu'il croit avoir entièrement dégagé l'heure des photographies du contact intérieur, à la sortie de l'appareil de Janssen. Les contacts ont aussi été observés au télescope ; mais la sortie a échappé, et le chronographe a échoué pour le contact intérieur.

Dans le rapport du capitaine Tupmann, daté d'Honolulu, nous voyons que le ciel était entièrement sans nuage. Avant l'heure du contact extérieur, ce savant vit, pendant environ une minute, le bord de la planète s'avançant très-distinctement. Lorsque la planète fut à moitié chemin dans la chromosphère, le signal fut donné pour commencer la première plaque de Janssen. Le contact extérieur passa. M. Nichol a effectué une belle série de mesures au micromètre.

Le capitaine Tupmann écrivait au capitaine R. Castor

que le contact intérieur avait présenté des circonstances tout à fait inattendues, car, plusieurs minutes avant le contact, on vit une faible lumière derrière Vénus, au delà du bord du Soleil, qui rendit visible le cercle complet de son disque.

Depuis ce moment jusqu'à celui du contact complet, on ne peut saisir aucune phase soudaine ou bien accusée.

On a exposé une plaque de Janssen à des intervalles de cinq secondes ; on a pris douze images du Soleil entre les contacts ; on a exposé des plaques de Janssen au contact intérieur à des intervalles d'une seconde, et ensuite cinquante plaques carrées. Toutes ces plaques sont de première réussite, excepté la seconde, ce qui est regrettable, car l'exposition avait lieu exactement au moment voulu.

Un autre rapport du lieutenant Noble est également daté d'Honolulu. Il vit distinctement le disque de la planète avant le premier contact extérieur. Le bord du Soleil était très-continu et la planète entièrement circulaire, ayant autour d'elle un bord bleuâtre.

Au moment du contact intérieur, quand les cornes parurent réunies, il n'y avait aucune goutte noire, aucun ligament, mais une ombre sombre et informe, qui se fondit graduellement dans une teinte mince.

M. Nichol écrivait aussi, de la même localité, qu'il n'éprouva aucune difficulté pour reconnaître le contact des extrémités des cornes. Immédiatement après le contact intérieur, il vit une lumière parfaitement distincte tout autour de la planète.

A Kailna, Owhyhu, M. Forbes put prendre 12 mesures des distances des bords et des mesures du diamètre de Vénus.

A Waimea, Atooi, M. Johnson écrit que, douze minutes avant la rencontre des cornes, la planète était distinctement visible ; il vit un anneau de lumière sans goutte noire.

Avant le contact intérieur, le révérend Robert Duun vit la lumière autour de Vénus.

Dans son rapport sur l'expédition de la Nouvelle-Zélande, le major Palmer constate le manque d'observations de cette importante station.

A Melbourne, M. Ellery a eu un très-beau succès. Les contacts intérieurs ont été observés dans des circonstances exceptionnellement favorables. L'une ou l'autre des phases ont été saisies à chacune des trois stations auxiliaires.

A Tasmania, le succès fut partiel. De bonnes photographies furent obtenues à Hobart-Town, mais il n'y eut pas d'observation de contact. A Campbell-Town, autre station de Tasmania, le capitaine Raymond a moins bien réussi encore.

Tous les divers groupes d'observateurs de la Nouvelle-Zélande n'ont pas eu grand succès. Les Américains ont été plus heureux dans le Sud. Les groupes allemands, dans les îles Auckland, ont été plus favorisés qu'on ne l'avait d'abord pensé, car, malgré la perte des premières phases, le ciel s'est éclairci peu après l'entrée, et une bonne série de photographies a été obtenue, ainsi que les phases à la sortie.

Dans la Nouvelle-Galles du Sud, les Allemands eurent un très-beau temps; ils observèrent tout le passage avec succès.

En ce qui regarde la campagne des Anglais comparée à celle des Américains, le professeur Proctor a dit que l'on peut tirer une leçon utile de la comparaison des méthodes suivies par les deux nations :

« Nous, Anglais, dit M. Proctor, à moins que nous ne soyons stimulés par l'émulation, nous sommes lents dans nos mouvements; et quoique nous fassions parfaitement les choses, nous choisissons rarement les méthodes les plus efficaces pour parvenir à nos fins. Notre cousin de l'Amérique est moins lourd dans ses mouvements, et quoique ses méthodes puissent paraître quelquefois grossières et futiles à l'esprit orthodoxe de l'An-

glais, il arrive généralement à son but, ce qui après tout est le point important.... Ayant choisi huit stations, trois dans l'hémisphère boréal et cinq dans l'autre hémisphère, les Américains partirent avec une chance de succès beaucoup plus grande que celle que nous avions, car nous n'avions qu'une station dans l'hémisphère boréal (au nord de l'Inde), où le passage entier pouvait être observé.

« Dans la question la plus importante de la méthode pour appliquer la photographie, les astronomes anglais et américains ont pris des marches différentes. Je mets de côté, comme particulier à nos projets, l'emploi de l'appareil tournant de Janssen pour déterminer avec certitude les contacts intérieurs, et je parle seulement des méthodes pour photographier les progrès du passage. Les astronomes anglais et européens prirent soin d'obtenir des épreuves du Soleil bien nettes et bien définies, comptant que ces épreuves indiqueraient la vraie position de Vénus sur le Soleil. Les Américains (et les astronomes de l'expédition de lord Lindsay) se sont chargés de prendre des épreuves qui donnent la vraie distance des centres du Soleil et de Vénus, indépendamment d'une exactitude spéciale dans la netteté des limbes des deux disques. Il me semble, en considérant la question à son point de vue mathématique, que les astronomes américains tendent à démontrer (en employant les estimations du travail photographique donné par de la Rue et d'autres avocats des appareils européens) que le résultat des meilleurs succès photographiques possibles obtenus par la méthode européenne ne peut donner la parallaxe même avec une aussi petite erreur probable que celle qui affecte les déterminations déjà obtenues. Si nous considérons leur plan général et leurs arrangements dans les détails, les Américains se sont montrés bien avisés et fort habiles. Au lieu de se fier à une seule méthode, ils ont eu à chacune de leurs stations quatre méthodes avantageuses. S'étant assurés qu'on ne devait pas se fier aux observations des contacts, ils ont pris des mesures pour déterminer la corde du contact par la photographie, et s'étant décidés à suivre cette marche, ils ont adopté un moyen de photographier le Soleil qui permet de mesurer exactement les épreuves. »

Un mémoire sur les observations du passage de Vénus faites à Pékin a été lu par M. J. C. Watson, chef de la mission américaine. Nous donnerons ici un extrait de sa communication.

L'auteur décrit d'abord le troisième contact, dont il a vu chaque phase très-nettement.

Lorsque la bande de lumière entre Vénus et le bord du Soleil fut réduite à environ une seconde d'arc (peut-être 0″,8), elle fut interrompue par des ombres tremblottantes. Le phénomène commença par une ombre unique, en augmentant d'épaisseur à mesure que la bande devenait plus étroite. Ces ombres étaient oscillantes, semblant se déplacer suivant les rayons de Vénus. Elles étaient entièrement indépendantes et distinctes des ondulations du bord du Soleil. On ne cessait de voir la ligne de lumière, sauf les courts moments où elle disparaissait. A l'instant du troisième contact, le jeu des ombres cessa de se produire, la ligne fut brisée soudainement et les cornes se formèrent instantanément. Elles étaient alors tout à fait aiguës, sans trace de ligament noir décrit dans les observations du siècle dernier. Cependant l'espace compris entre les cornes ne devint pas noir tout d'un coup. Pendant quinze secondes, cet espace fut teinté d'une couleur grise très-visible. Ce phénomène paraît dû à l'atmosphère de Vénus. En calculant l'étendue probable de cette atmosphère, M. Watson trouve, d'après ces observations, qu'en admettant la connaissance exacte du diamètre de la planète, la portion de son atmosphère qui devient invisible, et augmente ainsi les dimensions du disque occultant à une hauteur égale à 1/70 du rayon de Vénus, ou environ 88 kilomètres.

Le crépuscule qui s'est montré entre les cornes doit être tenu à une hauteur d'atmosphère ayant à peu près cette valeur.

En déterminant la valeur de la parallaxe du Soleil par les observations des contacts intérieurs, dit M. Watson, la difficulté sera de fixer avec précision les heures des phases correspondantes observées. Cet astronome craint que, sans explication précise, les temps ne soient aussi peu d'accord que dans les passages antérieurs. Aux endroits où le ciel était clair, le brillant crépuscule précédant la

jonction des cornes, lors du second contact, et suivant leur formation lors du troisième, peut avoir été considéré, dans beaucoup de cas, comme le temps du vrai contact. Dans un ciel très-clair ces phases suivantes et précédentes peuvent avoir été considérées comme aussi bien définies que celles observées à Pékin. Il semble à M. Watson que la Commission américaine aurait mieux fait de donner aux observateurs l'instruction de noter au moins les deux époques où ils ont eu des phases définies ; il eût été plus sage, suivant lui, de s'abstenir de leur demander de déterminer sur-le-champ l'instant qui, suivant eux, doit être considéré comme le moment du vrai contact. Dans tous les cas où les procès-verbaux indiqueront clairement ce que l'observateur a vu à l'heure enregistrée, il sera possible de comparer les observations des différentes stations. On pourra de la sorte déterminer la parallaxe, par l'observation des phases, aussi exactement que si l'on avait noté directement le vrai contact. En effet, l'angle de position variant très-peu pour les stations les plus éloignées, la différence d'aspect des phases est tout à fait négligeable.

Nous venons de rapporter les observations des astronomes sur le phénomène du passage de Vénus sur le Soleil, le 9 décembre 1874. Peut-on en déduire le résultat final cherché, c'est-à-dire la véritable distance de la terre au soleil, ou la parallaxe solaire ? Les calculs innombrables que nécessite cette détermination finale n'ont pu encore être exécutés. Cependant un mathématicien français, M. Puiseux, a cru pouvoir, en s'appuyant sur les seules observations faites à Saïgon, à l'île Saint-Paul et au Japon, se livrer à ce calcul, et en faire connaître les conséquences.

Nous consignerons ici les résultats des calculs de M. Puiseux.

Nos lecteurs savent comment la distance de la Terre au Soleil peut se déduire de la parallaxe de ce dernier

astre, c'est-à-dire de l'angle sous-tendu, au centre du Soleil, par les lignes qui aboutissent aux extrémités d'un même diamètre de notre planète. On sait encore comment deux observations faites du passage de Vénus sur le disque solaire, en des points suffisamment éloignés, peuvent donner la valeur de la parallaxe dont il s'agit. Eh bien, M. Puiseux a effectué son calcul, d'après les observations fournies par les expéditions de Pékin et de l'île Saint-Paul, commandées, respectivement, par M. Fleuriais et par M. Mouchez.

Le chiffre trouvé par M. Puiseux, pour la parallaxe du Soleil, est 8",879 ou 8 secondes 88 centièmes de degré. Cette valeur est exacte, selon ce mathématicien, à un ou deux centièmes de seconde près.

Ce résultat s'éloigne peu des données acceptées aujourd'hui quant à la parallaxe du Soleil. La valeur 8",86 a été trouvée par Foucault et par M. Cornu, en partant de la vitesse de la lumière.

Quoique le résultat précédent ne soit relatif qu'aux deux stations dénommées, M. Puiseux ne pense pas qu'il puisse être sensiblement modifié pour le chiffre des centièmes de seconde. Les erreurs inconnues ne sauraient, dit-il, influencer ce chiffre.

Quant au résultat definitif, il faut attendre pour le connaître le texte des rapports rédigés par les expéditions étrangères, c'est-à-dire par les membres des commissions anglaise, allemande et américaine. Quand ces rapports seront connus, on pourra entreprendre la discussion de toutes les observations recueillies par les diverses missions qui ont réussi à observer le passage. Le nombre des heureuses observations surpasse les espérances qu'on avait pu concevoir ; mais, nous le répétons, il faut avoir sous les yeux leur texte exact, pour en tirer une conclusion générale définitive. Le grand nombre de mesures à déterminer demande un certain temps, et ce n'est qu'avec le concours de tous ces documents qu'on pourra entamer une discussion définitive, capable de conduire à la valeur

de la parallaxe solaire, avec toute l'exactitude que comporte la science moderne.

En résumé, la campagne scientifique entreprise en 1874 par les nations civilisées des deux mondes a pleinement réussi. Elle a permis de mettre en pratique l'admirable méthode de Halley pour la détermination de la parallaxe solaire, méthode directe, qui se suffit à elle-même, et devant laquelle devront s'incliner toutes les déterminations indirectes faites en dehors de son principe.

2

Parallaxe solaire obtenue au moyen des observations de la planète Flore.

M. Galle, directeur de l'observatoire de Breslau, le même qui, sur les indications de M. Le Verrier, vit le premier la planète Neptune, a envoyé à l'Académie des sciences de Paris un travail sur la détermination de la parallaxe du Soleil, d'après les observations d'une petite planète (Flore) située entre Mars et Jupiter. Sans entrer dans les détails de ce genre de recherches, nous signalerons seulement l'accord très-remarquable qui résulte de cette détermination, avec le résultat donné par M. Cornu et le nombre trouvé par M. Puiseux, d'après le passage de Vénus sur le Soleil. En effet, M. Galle a obtenu 8″,873 pour la parallaxe en question. On verra plus loin (chapitre *Physique*, pages 123-127) que M. Cornu a eu pour résultat définitif de ses recherches, basées sur la vitesse de la lumière, le nombre 88″,78, et M. Puiseux, comme nous venons de le dire, a donné 8″,879 pour la même parallaxe.

Il serait difficile de désirer un accord plus complet.

3

L'atmosphère de Vénus.

M. Watson, astronome américain, qui a dirigé l'expédition américaine envoyée à Pékin pour l'observation du passage de Vénus, parle, à la fin de son rapport, des ap parences extraordinaires qui ont été produites par l'atmosphère de Vénus, et qui lui ont permis de mesurer par approximation l'épaisseur de l'atmosphère de cette planète.

Il résulte de ses observations qu'à une hauteur de 88 kilomètres les éléments gazeux sont encore assez denses pour donner lieu à une illumination sensible.

Cette circonstance indique une atmosphère plus épaisse que la nôtre. On peut en conclure que la quantité de chaleur à la surface de la planète est probablement moindre que celle qui semble indiquée par son grand rapprochement du Soleil.

S'il y a dans Vénus des hommes et des aéronautes, ils doivent éprouver de moindres difficultés que nous à s'élever dans les airs.

4

Vénus sous la forme d'un anneau lumineux.

L'hypothèse d'une atmosphère autour de la planète Vénus est devenue une certitude depuis que l'on a pu observer cet astre dans de bonnes conditions. Cette certitude est confirmée par M. C. S. Syman. Cet astronome vit le premier, en 1866, la planète Vénus sous la forme d'un anneau lumineux, très-délicat. Comme la planète s'approchait du Soleil, les cornes du croissant s'éten-

daient graduellement au delà d'un demi-cercle, jusqu'à leur rencontre pour former un anneau lumineux.

Il a fallu attendre jusqu'au dernier passage de cette planète sur le Soleil pour retrouver l'occasion de répéter cette observation. Le 8 décembre 1874, Vénus se trouvant très-près du Soleil, M. Syman observa l'anneau argenté qui entourait le disque de l'astre, quand même Vénus n'était qu'à un demi-diamètre solaire de l'astre lumineux. C'était avant le commencement du passage, un peu avant cinq heures du soir. La partie de l'anneau la plus brillante regardait le Soleil. Sur le côté opposé, le filet lumineux était moins éclatant, avec une teinte légèrement jaunâtre. Au nord de la planète, sur le bord, à soixante ou quatre-vingts degrés du point opposé au Soleil, et sur un petit espace, l'anneau était plus faible et paraissait plus étroit qu'ailleurs. En 1866, une apparence semblable et plus accentuée fut observée sur le même limbe.

Ces observations ont été faites avec un télescope de cinq pieds de Clark, de 4 pouces 2/3 d'ouverture. L'instrument était disposé de manière à cacher le Soleil par un bâtiment éloigné, pendant qu'on voyait encore Vénus. L'anneau fut vu distinctement, l'ouverture étant de un pouce et demi.

Le matin, après le passage, la planète ne put être trouvée, le ciel étant brumeux.

Le 10, jour suivant, le croissant, embrassant plus des trois quarts d'un cercle, a été vu très-nettement dans l'équatorial ; ce jour-là et les suivants on put prendre des mesures avec le micromètre filaire pour mesurer l'étendue des cornes, et, par conséquent, la réfraction horizontale de l'atmosphère de Vénus. Cette réfraction est d'environ un quart plus grande que celle de l'atmosphère de la Terre.

5

Observations de la lumière zodiacale à Toulouse.

Tout le monde a entendu parler de la *lumière zodiacale*, mais peu de personnes l'ont vue, surtout en Europe. Les observations de ce phénomène faites à Toulouse les 16, 21, 23 septembre, 9, 10, 11 octobre, 10, 12 novembre 1874, par M. Gruey, ont donc un véritable intérêt pour les météorologistes et les astronomes.

C'est par un beau ciel, et de la terrasse de l'observatoire de Toulouse, que M. Gruey a observé, vers l'est, cette lumière mystérieuse. Huit observations ont été faites vers quatre heures du matin. La lumière avait un contour très-net. Le 10 novembre 1874, le ciel était d'une grande pureté. M. Perrotin vit alors nettement la lumière zodiacale se prolonger et traverser le ciel, sous l'apparence d'un mince et pâle filet lumineux, s'étendant le long du zodiaque jusque entre l'œil du *Taureau* et les *Pléiades;* il allait lui-même au delà et ne s'éteignait un peu au-dessus de l'horizon ouest qu'à cause de l'éclairage et des fumées de la ville.

Ce filet, opposé au soleil, a déjà été signalé par quelques observateurs dans les régions équatoriales et en Prusse. Ce fait prouve que la terre est plongée dans la lumière zodiacale.

Nous ajouterons que M. Gruey, qui a observé à Toulouse la lumière zodiacale vers l'équinoxe d'automne de 1874, a continué ses observations aux approches de l'équinoxe du printemps de 1875. Dès la fin du mois de janvier, il remarqua du côté du couchant, tous les soirs, une lueur d'abord indécise, puis bientôt nettement définie : c'était la lumière zodiacale avec tous ses caractères.

A partir du 10 mars, le ciel resta couvert, mais la

lueur resta longtemps visible, pendant les instants d'un ciel pur. M. Gruey fait observer que toute illusion due à l'éclairage de la ville est impossible; la lumière qu'il a observée obéissait, dans toutes ses parties, au mouvement diurne, et, après son coucher, l'éclairage de Toulouse ne donnait absolument rien qui lui fût comparable.

En ce moment, où toutes les apparitions cosmiques attirent l'attention des observateurs, il serait à désirer qu'on donnât plus d'attention au phénomène de la lumière zodiacale, dont le rôle prend une véritable importance.

6

Sur les mouvements de quelques *nébuleuses*, par M. Huggins.

Lorsque W. Herschel eut découvert que notre système solaire n'est pas immobile dans l'espace, mais qu'il est entraîné dans un mouvement d'ensemble qui emporte à la fois tous les astres de ce système; lorsque l'esprit des géomètres eut à considérer, outre les mouvements des planètes, ceux des soleils qui entraînent dans l'immensité tous les astres de leur sphère, une complication nouvelle, et qui parut inextricable, vint redoubler les difficultés inhérentes à la mécanique céleste, jusque-là circonscrite aux mouvements planétaires et cométaires. Cette complication s'accrut encore après la découverte des *nébuleuses*, c'est-à-dire de ces amas de soleils formés ou en voie de formation, lorsqu'il fut reconnu que ces immenses agglomérations de mondes sont elles-mêmes emportées dans l'espace infini, par une force inconnue, mais certaine.

M. W. Huggins a fait de nouvelles observations sur les nébuleuses. Il résulte de ces observations que les nébuleuses gazeuses, envisagées comme groupes, ne sont

pas douées de mouvements propres égaux aux mouvements des étoiles.

Cet astronome fait remarquer que deux autres espèces de mouvements peuvent exister chez les nébuleuses et être indiqués par le spectroscope, pourvu qu'ils soient suffisamment rapides : 1° un mouvement de rotation dans les nébuleuses planétaires, mouvement qui pourrait être vérifié en dirigeant la fente du spectroscope successivement sur les bords opposés de ces nébuleuses ; 2° un mouvement de translation dans la direction visuelle de certaines portions de la matière intérieure de la nébuleuse, mouvement qu'on pourrait vérifier en comparant les différentes portions d'une nébuleuse suffisamment grosse et brillante.

7

Recherches sur les spectres optiques des planètes, par M. Vogel.

Nos lecteurs connaissent l'admirable découverte de Bunsen et Kirchhoff, la *spectroscopie* ou *analyse spectrale*, qui permet d'étudier les sources lumineuses de différentes origines, et, en comparant le nombre et la situation relative des petits espaces lumineux, ou *raies*, et des *bandes* obscures que présente chaque lumière décomposée par le prisme, de différencier ou d'identifier ces différentes sources lumineuses. Dès l'origine de cette découverte, on s'est appliqué à distinguer, par l'analyse optique, les astres qui ont une lumière propre de ceux qui empruntent leur lumière au Soleil. Il suffit, pour cela, de comparer les raies obscures, ou bandes du spectre solaire, aux espaces correspondants dans le spectre optique de l'astre que l'on considère. La dissemblance ou l'analogie entre ces deux spectres optiques tranche la question.

Le directeur de l'Observatoire de Bothkamp, M. Vogel,

a soumis à ce genre d'examen physique la lumière des planètes, et le résultat de ses observations a été consigné dans un journal scientifique allemand, le *Naturforscher*.

Les raies principales du spectre de *Mercure* coïncident absolument avec celles du spectre solaire. Les observations ont montré, en outre, que certaines raies, qui ne se produisent dans le spectre du soleil qu'autant que cet astre est très-voisin de l'horizon (l'absorption par l'air étant alors très-grande), se trouvent en permanence dans le spectre de Mercure. Une enveloppe gazeuse existe donc autour de cette planète. Cette enveloppe exerce sur les rayons solaires une influence absorbante égale à celle de l'atmosphère de la Terre.

Vénus nous envoie une lumière semblable à celle du Soleil, au moins dans ses caractères principaux; il s'y ajoute certaines raies qu'on peut identifier aux raies d'*absorption* de notre atmosphère. On sait, par l'observation, qu'il existe une atmosphère autour de Vénus, offrant des couches très-denses, des produits très-condensés. Les modifications apportées au spectre du Soleil par cette atmosphère étant très-faibles, on doit en conclure que les rayons solaires renvoyés par la planète Vénus sont, pour la plupart, réfléchis à la surface de la couche de nuages qui l'enveloppe, sans presque pénétrer à l'intérieur. Les raies telluriques proviennent en grande partie de la vapeur d'eau, ainsi que l'a montré M. Janssen; et comme ces raies se trouvent dans l'atmosphère de Vénus, il est très-probable que l'amosphère de Vénus renferme de l'eau.

Le spectre de la planète *Mars* présente un très-grand nombre de raies appartenant au spectre solaire. Quelques bandes lumineuses, qui sont étrangères au spectre du Soleil et que l'on reconnaît sur le spectre de Mars, ressemblent à celles du *spectre d'absorption* de notre atmosphère. On conclura de là avec certitude que Mars possède une atmosphère, laquelle, par sa composition,

ne doit pas différer essentiellement de la nôtre, et doit être riche en vapeur d'eau.

Parmi les petites planètes situées entre Mars et Jupiter, M. Vogel a étudié *Vesta* et *Flore*. Ces observations sont incertaines, à cause du très-faible éclat du spectre; il semblerait néanmoins qu'une atmosphère existe autour de Vesta.

Les raies du spectre de *Jupiter* sont celles du spectre solaire : le spectre de cette planète ne diffère de celui du Soleil que par la présence de quelques bandes obscures existant dans la partie la moins réfrangible. Les autres raies étrangères au spectre solaire sont les mêmes que les raies telluriques.

Les parties les moins réfrangibles du spectre de Jupiter sont parsemées de bandes, et les radiations les plus réfrangibles, bleues et violettes, sont absorbées avec uniformité. L'action exercée par l'enveloppe gazeuse qui entoure Jupiter sur les rayons solaires qui la traversent, est donc analogue à celle qui se produit dans notre propre atmosphère. D'où il résulte, d'après les observations de M. Janssen, que la vapeur d'eau existe dans l'atmosphère de Jupiter.

La bande obscure signalée dans le rouge, avec une longueur d'onde de 617,9, est propre au spectre de cette planète. Cependant on ne saurait décider si la production de cette bande est due à un corps spécial, étranger à notre atmosphère, ou bien si les gaz qui enveloppent Jupiter seraient mélangés dans d'autres proportions que dans notre air. La composition des deux atmosphères est peut-être la même, leur action sur les rayons du Soleil n'étant différente qu'à cause des différences de pression et de température sur les deux planètes.

C'est le spectre de la lumière de *Saturne* qui présente la plus grande ressemblance avec celle du spectre du Soleil. Dans le rouge et l'orangé, quelques bandes n'ont pas leur équivalent dans le spectre du Soleil, mais elles sont identiques à des groupes de raies du spectre de

l'atmosphère terrestre. Dans leur passage à travers l'atmosphère de Saturne, les rayons bleus et violets subissent une absorption uniforme ; c'est dans la zone équatoriale obscure que cette absorption se fait principalement remarquer. La plus grande analogie existe donc entre les deux spectres de Saturne et de Jupiter.

On ne peut pas en dire autant du spectre de l'*anneau* de Saturne. On ne trouve pas dans le rouge la bande caractéristique du spectre solaire, ou du moins on n'en voit qu'une trace presque imperceptible. La conclusion à tirer de ce fait, c'est que l'anneau de Saturne n'a pas d'atmosphère, ou que, s'il en a une, elle est formée d'une couche gazeuse très-peu dense.

On ne peut distinguer les raies spectrales de la lumière du spectre d'*Uranus*, à cause de son éclat très-faible, résultant de son éloignement excessif. Quelques bandes lumineuses ont pu être aperçues, mais leur position n'a pu être fixée.

Il est certain que les bandes du spectre d'Uranus proviennent de l'absorption des rayons solaires dans une enveloppe gazeuse qui entoure cette planète, mais on ne saurait désigner la nature des corps qui causent cette absorption. Il est bon de remarquer qu'une bande du spectre d'Uranus coïncide exactement avec une des bandes des spectres de Jupiter et de Saturne.

Le spectre de *Neptune* (planète Le Verrier) est essentiellement différent de celui du Soleil. Ce spectre présente quelques larges raies d'absorption ; mais son éclat est trop faible pour que l'on puisse y distinguer les raies de Frauenhoffer. M. Vogel pense néanmoins que le spectre de Neptune est le même que celui d'Uranus.

Les expériences optiques de M. Vogel sur la nature comparée de la lumière du Soleil et de celle des planètes qui composent notre système solaire mettent hors de doute un grand principe déjà admis dans la science, mais qui trouve ici une éclatante et directe confirmation : c'est que les planètes n'ont pas de lumière propre, et ne

font que réfléchir les rayons lumineux que leur envoie l'astre central. Ces mêmes expériences démontrent l'existence autour des planètes d'une atmosphère semblable à celle de la Terre.

8

Les étoiles multiples : observations nouvelles de M. Struve.

Lorsque l'immortel Keppler eut découvert les lois astronomiques qui portent son nom, et qui assignent aux orbites planétaires leur courbe régulière, l'astronomie prit un élan immense. Le progrès qu'avait fait la science des astres par la découverte des lois de Keppler fut encore dépassé lorsque Newton eut posé le grand principe de la gravitation universelle. Cependant la régularité, la simplicité des orbites planétaires, telles que Keppler les avait conçues, reçurent une rude atteinte de l'attraction réciproque de tous les corps célestes. Aux orbites elliptiques de Keppler Newton substitua des orbites plus ou moins rapprochées du cercle. Cette déformation de l'orbite elliptique des planètes tenait à l'attraction des corps voisins. On n'osà plus dès lors chercher une forme géométrique définitive pour les trajectoires des astres. Heureusement, deux circonstances particulières et caractéristiques du système solaire vinrent aplanir des difficultés que l'on avait jugées d'abord inextricables. Ces circonstances sont que les masses des planètes sont très-petites relativement à la masse du Soleil, et que les distances des planètes entre elles et à l'astre lumineux sont très-grandes par rapport à leurs dimensions respectives. Il résulte de là que l'attraction de tous ces corps les uns par les autres ne trouble pas beaucoup les formes de leurs orbites, qui seraient des ellipses régulières, s'il n'existait qu'une seule planète tournant autour du Soleil.

Il était naturel de passer du système solaire aux étoiles, et de chercher à reconnaître si ces soleils lointains que nous appelons étoiles, sont également soumis à l'attraction universelle, telle qu'elle s'exerce dans notre système planétaire, c'est-à-dire dans le monde particulier où circulent les planètes dont la terre fait partie ainsi que les astéroïdes, les comètes elles-mêmes, etc., astres qui obéissent tous à la puissance attractive du Soleil.

C'est la découverte des faits remarquables concernant les étoiles doubles, triples, multiples, qui est venue offrir le moyen d'aborder cette dernière et importante question.

Qu'entend-on par *étoiles doubles?* Arago répond en ces termes à cette question : « Les astronomes appellent *étoiles doubles*, *triples*, *quadruples*, etc., des groupes de deux, de trois, de quatre étoiles qui paraissent extrêmement rapprochées les unes des autres. »

Il est des étoiles doubles qu'il est très-difficile de séparer; de forts grossissements adaptés aux lunettes sont nécessaires pour effectuer la séparation des deux étoiles.

W. Herschel s'est occupé avec un soin tout particulier des étoiles doubles et multiples. Ses premiers catalogues contenaient 97 étoiles doubles de la première classe, 102 de la seconde, 114 de la troisième et 132 de la quatrième. Dans la première classe il rangeait les étoiles dont les centres sont situés à une distance de moins de quatre secondes de degré. Dans la seconde classe, les écarts des centres sont compris entre quatre et huit secondes. La troisième est composée de groupes de deux étoiles ayant leurs centres situés entre huit et seize secondes. Enfin, les distances des centres ne dépassant pas trente-deux secondes et commençant à seize secondes constituent la quatrième classe d'Herschel. Ce classement a été adopté par tous les astronomes.

Ce grand observateur porta le nombre des étoiles doubles à plus de cinq cents. Depuis, ce nombre s'est considérablement accru. Ainsi, M. Struve a catalogué trois

mille cinquante-sept étoiles doubles, provenant de l'examen de cent vingt mille étoiles.

Parmi les étoiles triples, M. Struve en a compté cinquante-deux. Dans un système d'étoiles doubles, les intensités lumineuses des deux astres sont assez dissemblables; leur couleur est souvent différente. La plus grosse des deux étoiles est, dans bien des cas, rougeâtre ou jaunâtre, l'autre étoile étant verdâtre ou d'une couleur bleuâtre prononcée.

En cherchant à déterminer la distance à la terre de la plus brillante étoile d'un groupe binaire, Herschel trouva que les deux étoiles ne sont pas indépendantes, qu'elles sont liées l'une à l'autre, que la petite étoile tourne autour de la grande, qu'en réalité elles se meuvent l'une et l'autre autour de leur centre commun de gravité. En cherchant à déterminer leur marche, on parvint à fixer les éléments d'un mouvement relatif. On trouva que la petite étoile se déplace par rapport à la grande. L'angle de position se mesure avec la ligne qui joint les deux étoiles et l'horizontale passant par la plus grande étoile; la distance apparente des deux astres se mesure au micromètre.

A l'aide de ces deux données, angle de position et distance des deux étoiles, on parvient à tracer la trajectoire que décrit la plus petite étoile autour de la plus grande. Il suffit de quatre et cinq au plus de chacune de ces valeurs, correspondant à des époques connues, pour résoudre le problème; les autres observations servent à vérifier le mouvement. La forme de l'orbite peut encore être trouvée au moyen de six angles de position.

Parmi ces étoiles doubles, Arago en 1834 en citait une (η de la Couronne), qui avait décrit le contour entier de son orbite depuis l'époque où Herschel détermina son angle de position pour la première fois. A cette date, 1834, elle était déjà assez avancée dans sa seconde révolution. La durée de la période d'une autre étoile double citée par Arago est de cinquante-huit ans.

En admettant, dit Arago, que jusqu'aux derniers con-

fins du monde visible il existe une force attractive qui s'exerce en raison inverse du carré des distances, les calculateurs des orbites des étoiles doubles s'étaient placés dans le vrai.

Ainsi, les étoiles sont régies par la même force qui préside à tous les mouvements des planètes et des satellites dans notre système solaire, et cette célèbre attraction newtonienne, dont l'universalité n'était jusqu'ici établie que jusqu'aux limites de l'espace embrassé par la planète la plus éloignée du Soleil, est devenue universelle, dans toute l'acception grammaticale de ce terme !

En thèse générale, les astronomes admettent que les systèmes d'étoiles multiples sont soumis aux lois de l'attraction universelle. Par conséquent, pour un groupe composé de deux astres, le plus petit doit décrire autour du plus gros une orbite elliptique.

Cependant cette opinion n'est pas sans rencontrer, sinon des contradictions, du moins quelques restrictions. M. Yvon Villarceau, qui s'est beaucoup occupé de la question des étoiles doubles, a fait quelques objections à la généralisation absolue de l'attraction newtonienne. Dans une note publiée en 1875, sur le *mouvement des étoiles doubles, considéré comme propre à fournir la preuve de l'universalité des lois de la gravitation planétaire*, M. Villarceau, afin d'éviter toute équivoque, dit-il, indique immédiatement le résultat de la discussion à laquelle il s'est livré. Ce résultat se résume dans la proposition suivante : « Bien qu'il résulte des recherches des astronomes que le mouvement observé dans les systèmes binaires ne se soit jusqu'ici montré nulle part en opposition avec les lois de la pesanteur, nous n'avons cependant pas encore le droit de conclure que cette loi régisse effectivement les mouvements des étoiles doubles, comme elle régit les mouvements planétaires. Les observations d'étoiles doubles ne peuvent pas fournir une preuve expérimentale de l'universalité des

lois de la pesanteur, mais seulement de puissantes probabilités. »

En toute rigueur, ajoute M. Yvon Villarceau, c'est-à-dire en se basant uniquement sur les observations, un nombre même illimité de données distinctes, représentées par les lois de la pesanteur, ne suffirait pas pour conclure en faveur de ces lois. Voici, en effet, les conséquences de la gravitation planétaire : 1° les aires décrites par les rayons vecteurs sont planes et proportionnelles aux temps : on sait que cette propriété est commune à tout mouvement dans lequel la direction de la force passe constamment par un centre fixe ; 2° l'orbite décrite est une section conique ; 3° le centre fixe occupe l'un des foyers de cette courbe. On ajoute, réciproquement, que, si le mouvement d'un corps présente ces trois caractères, la force qui le sollicite est en raison inverse du carré de sa distance au centre fixe. Il s'agit donc d'examiner si les observations des étoiles doubles permettent de vérifier que ces trois conditions soient remplies.

Comme on considère seulement deux corps, l'orbite doit être plane ; et l'on peut affirmer que la loi des aires proportionnelles aux temps est satisfaite dans la limite des erreurs des observations.

Quant à la nature des orbites, pour affirmer qu'une courbe est une section conique, il faut que six de ses points au moins appartiennent à une telle section. Or, c'est à peine si l'on possède l'équivalent de quatre points ; mais on conçoit très-bien, ainsi que le fait remarquer M. Villarceau, que le nombre des points distincts devant augmenter avec le temps, il sera possible de conclure plus tard des observations si effectivement l'orbite apparente est une section conique.

Une condition indispensable pour établir l'universalité des lois de la pesanteur, c'est de pouvoir satisfaire, au moyen de cette loi, à un nombre de données distinctes égal à *huit au moins*.

Pour fixer le caractère de cette preuve, il importe de

faire observer que si l'on est conduit, dans le problème des étoiles doubles, à choisir entre les diverses lois de la force attractive qui pourraient produire le mouvement observé, la loi de Newton de préférence à toute autre, c'est à cause de la tendance de notre esprit à généraliser les principes, et à se servir de l'induction, plutôt que de faire concorder les lois avec les observations. Ainsi, M. Yvon Villarceau pense, avec raison, que la preuve de la loi de Newton dans notre système solaire et la preuve de l'universalité de cette loi sont de natures essentiellement différentes. La première résulte de l'observation, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer autre chose que les principes de la mécanique; la seconde ne peut nous être fournie directement par l'observation, et nous en sommes réduits à recourir aux probabilités pour l'établir. Les probabilités en faveur de l'universalité de la loi de Newton, s'appuyant sur le mouvement des étoiles doubles, pourront être immenses, à la vérité, mais elles ne constitueront point une preuve offrant le caractère de certitude expérimentale que revêt la loi de Newton elle-même dans notre système planétaire.

Après ce que nous venons de dire sur les étoiles doubles, nous pouvons aborder, en connaissance de cause, un travail récent de M. Otto Struve, concernant les observations faites par cet astronome d'une étoile triple qui est cataloguée sous le nom de ζ *du Cancer*. C'est à l'occasion de ce travail de l'astronome russe que nous avons cru devoir exposer brièvement la question des étoiles doubles, qui permet d'entrevoir les difficultés que présentent les étoiles triples et multiples.

Il faut remonter jusqu'à 1756 pour trouver les premières observations de l'étoile ζ *du Cancer* comme étoile double. W. Herschel vit, en 1781, que l'étoile principale de ce groupe était elle-même composée de deux étoiles. Cette observation fut confirmée par South, en 1825. A partir de 1840, M. Otto Struve a continué à observer les trois étoiles jusqu'à l'époque actuelle. Ces trois astres

diffèrent peu en grandeur, à en juger par leur éclat. Leur couleur est jaune, avec de faibles nuances d'intensité. Le mouvement propre qui les transporte dans l'espace les tient liées physiquement. En 1841, les deux étoiles les plus voisines du groupe ont achevé une révolution entière depuis la première observation de W. Herschel. La durée de cette révolution est d'environ cinquante-neuf ou soixante ans. En général, l'orbite apparente de l'une est circulaire, avec une position très-excentrique de l'étoile principale.

En considérant la troisième étoile avec le mouvement des deux autres autour de leur centre de gravité, on reconnaît des inégalités. On serait naturellement disposé à voir ici l'effet de l'attraction exercée sur la troisième étoile par les deux autres du système, dont les positions relatives ont changé beaucoup plus rapidement, à cause de leur proximité. Mais le problème des trois corps n'est pas soluble dans les conditions générales d'un tel système; les approximations sont même, pour ainsi dire, impossibles, parce qu'on ne connaît pas les masses relatives des trois étoiles. La figure des courbes qui représentent le mouvement de la troisième étoile est probablement influencée parce que l'on adopte le centre optique des deux premières étoiles comme centre du mouvement, au lieu de prendre pour ce dernier le centre de gravité du système entier des trois étoiles. D'ailleurs, les inégalités du mouvement angulaire de la troisième étoile auraient été trouvées encore plus fortes, si on avait rapporté les positions mesurées à l'étoile principale. Enfin, les mêmes déviations de la courbure uniforme se reproduisent approximativement tous les vingt ans.

L'examen auquel nous venons de nous livrer suffira pour faire comprendre toute l'utilité des observations des systèmes stellaires multiples, ainsi que les conséquences qu'on est logiquement en droit d'en tirer. On doit voir que si le calcul et l'observation ne nous conduisent déjà qu'avec une grande peine à déterminer les mouvements

relatifs des astres qui composent notre système solaire, nous nous trouvons en face d'impossibilités à peu près absolues lorsqu'il s'agit d'étendre nos investigations au delà de la petite sphère dans laquelle nous sommes circonscrits. Les moyens d'observation, ainsi que les bases de calcul, nous font en grande partie défaut, quand nous voulons pénétrer au delà de notre système solaire, au milieu d'autres sphères d'action innombrables, qui, se succédant les unes aux autres sans interruption, font reculer notre esprit devant la perspective de l'infini.

9

Les petites planètes découvertes en 1875.

Le 14 juin 1875, M. Le Verrier annonçait la découverte des deux petites planètes 144 et 145, faite à Clinton (New-York), par M. Peters. Les deux dépêches, transmises au moyen du télégraphe transatlantique, étaient ainsi conçues ;

1° Washington, 4 juin. Planète découverte par Peters. Ascension droite, 17 heures 21 minutes. Déclinaison sud, 23° 21′. Onzième grandeur.

2° Washington, 5 juin 1875. Seconde planète découverte par Peters. Ascension droite, 17 heures 14 minutes. Déclinaison sud, 23° 8′. Mouvement vers le sud. Douzième grandeur.

Le même jour, M. Le Verrier annonçait encore la découverte de la petite planète 146 (Lucine), faite à Marseille, par M. Borrelly. La dépêche de Marseille, datée du 9 juin, était :

Planète nouvelle, découverte par M. Borrelly, 8 juin, 10 heures. Ascension droite, 17 heures 20 minutes 16 secondes. Distance polaire, 111° 20′ 15″. Mouvement diurne, 1 minute 5 secondes et 4′ 48″. Onzième grandeur.

9 juin 1875. M. Le Verrier annonce la découverte de

la 148e petite planète, faite par M. Prosper Henry, à l'Observatoire de Paris.

26 octobre. Découverte de la 149e petite planète, faite à Toulouse, par M. Perrotin. Treizième grandeur.

26 octobre. Le 19 octobre, M. Le Verrier a reçu de Washington un télégramme annonçant la découverte de la 150e petite planète, par M. Watson.

La planète nº 151 a été découverte par M. Palisa, à l'Observatoire de Pola (Autriche), le 1er novembre. Elle est de 12e grandeur.

La planète nº 152 a été découverte par M. Prosper Henry, à l'Observatoire de Paris, le 2 novembre (12e grandeur).

La planète nº 153 a été découverte par M. Palisa, à l'Observatoire de Pola, le 2 novembre (5e grandeur).

La planète nº 154 a été découverte par M. Prosper Henry, à l'Observatoire de Paris, le 4 novembre (12e grandeur).

La planète nº 155 a été découverte par M. Palisa, à l'Observatoire de Pola, le 8 novembre (12e grandeur).

La planète nº 156 a été découverte par M. Palisa.

La planète nº 157 a été découverte à l'Observatoire de Marseille, le 1er décembre, par M. Borrelly (12e grandeur).

10

Les éclipses de soleil en 1875.

Lorsque dans une année il n'y a que deux éclipses, elles sont toutes deux de soleil. C'est ce qui est arrivé en 1875. La première éclipse de soleil a eu lieu le 6 avril ; elle a été totale et invisible à Paris. Elle a été vue en Chine, dans le sud de l'Inde et dans les îles de l'océan Indien.

M. Janssen, qui était allé observer le passage de Vénus, est resté absent de France, afin d'observer cette

éclipse. Il a eu le bonheur de pouvoir confirmer, par ses nouvelles observations, la découverte qu'il avait faite précédemment, en pareille circonstance : il a constaté de nouveau l'existence d'une atmosphère solaire s'étendant, pour ainsi dire, indéfiniment.

Le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences communiquait, dans la séance du 19 avril, la dépêche suivante :

Singapore, 16, après midi.

L'éclipse observée. Temps non absolument pur. Résultats concernant particulièrement l'atmosphère de la couronne confirmant ceux de 1871.

JANSSEN.

La deuxième éclipse de soleil a eu lieu le 29 septembre. Elle était annulaire et en partie visible à Paris, ainsi que dans la plus grande partie de l'Europe et de l'Afrique.

Rien de bien particulier n'a été signalé jusqu'à présent quant à ce phénomène.

11

Retour des comètes d'Encke et de Winnecke.

Les dernières apparitions de la comète d'Encke avaient éprouvé quelques retards. On a voulu les expliquer par l'existence d'un milieu résistant répandu dans les espaces planétaires. Mais cette théorie est peu acceptable.

Un astronome russe, M. d'Asten, a calculé que les retards éprouvés dans les trois dernières apparitions de cette comète s'expliquent par son moyen mouvement uniforme. Il n'est donc pas nécessaire de recourir à l'hypothèse d'un milieu résistant, l'accord entre l'observation et la théorie dépassant de beaucoup ce qu'on pouvait espérer.

La comète à courte période de Winnecke était visible à l'horizon, en même temps que la précédente; seulement elle était très-peu lumineuse. Elle passa à son périhélie le 12 mars; sa plus courte distance à la terre était le 15 février. Cette comète est celle de 1819. M. Oppolzer l'identifie avec une comète de 1808, qui fut imparfaitement observée.

En 1875, la comète de Winnecke s'est approchée beaucoup de l'orbite de Jupiter. On ne voit pas que cette grosse planète ait fait subir à la comète des perturbations notables dans son mouvement.

12

La comète de Borrelly.

Une comète découverte à l'Observatoire de Marseille, par M. Borrelly, a fait son apparition au mois d'août 1875, dans les mêmes régions célestes où s'était déjà montrée, le 27 avril 1874, la comète découverte par M. Coggia. Mais son orbite a une autre disposition. Le 4 août, M. Hind annonçait que l'éclat de ce nouvel astre devait décroître rapidement, qu'il ne devait faire qu'une très-courte apparition et qu'il ne tarderait pas à disparaître dans l'hémisphère boréal.

Lorsque cet astre errant fut aperçu par M. Borrelly, sa distance était de 80 millions de kilomètres. Cette distance a toujours augmenté depuis, ainsi qu'il arrive à toute comète. Si son éclat a paru grandir pendant quelque temps, sans jamais devenir visible à la vue simple, c'est parce qu'il allait en se rapprochant du soleil et que, par conséquent, la quantité de lumière reflétée allait en augmentant notablement. Sa distance périhélie fut atteinte le 5 août, jour où, suivant M. Hind, il ne devait plus être visible même avec de fortes lunettes. La comète offrait au commencement du mois d'août l'aspect

d'une nébuleuse montrant une forte concentration de lumière, mais n'ayant pas, à proprement parler, de noyau. Son orbe ne ressemblait à celui d'aucune comète déjà observée.

D'après une dépêche électrique reçue à la Société royale astronomique de Londres, la comète de Coggia qui fit son apparition en 1875, et dont nous avons parlé dans le précédent volume de ce recueil, a été aperçue dans l'hémisphère austral, à l'Observatoire de Melbourne, où se trouve un des plus grands télescopes du monde. Son aspect était magnifique.

13

Les étoiles filantes des 9, 10 et 11 août 1875.

On sait que vers les 10 et 11 août de chaque année la terre rencontre un essaim de petits corps qui circulent dans une zone dépendante du système solaire. Ces astéroïdes forment l'essaim dit des *Perséides*. En 1875, ces corpuscules planétaires ont été étudiés à l'Observatoire de Toulouse par MM. Perrotin, Jean et Tisserand. Ce dernier a fait à ce sujet une communication à l'Académie des sciences.

Les nuits des 9 et 10 août ont été très-pures. Dans la première de ces nuits, 218 étoiles filantes ont été comptées, dont 51 étrangères à l'essaim. Dans la deuxième nuit, l'intensité du phénomène fut remarquable : 751 étoiles filantes furent notées, dont 71 seulement ne venaient pas de Persée, ou plutôt *ne paraissaient pas* venir de cette constellation. Dans les cinq minutes comprises entre 13 heures 14 minutes et 13 heures 45 minutes, il y eut 27 étoiles filantes. La dernière nuit donna 249 météores, dont 33 étrangers à l'essaim.

Durant la première nuit, les étoiles filantes étaient très-

petites, tandis que dans la deuxième et dans la troisième elles étaient assez belles. Dans les trois cas, leurs trajectoires avaient peu d'étendue.

Les observateurs se sont attachés à déterminer le point radiant. Le calcul leur a donné : 46° 41′ pour l'ascension droite et 56° 7′ pour la déclinaison de ce point.

Outre ce point radiant principal, le tracé graphique a mis en évidence deux points radiants secondaires, dont les coordonnées sont respectivement :

Ascension droite 57° 20′, déclinaison 51° 40′;
64° 0′, 63° 0′.

Ces dernières valeurs ne sont qu'approchées, mais elles sont très-utiles pour la détermination de la constitution de l'anneau des *Perséides*.

Les trois quarts des trajectoires au moins, appartiennent au point radiant principal.

14

Le nouveau télescope de l'Observatoire de Paris.

Les journaux grands et petits ont parlé du grand télescope qui a été installé au mois d'octobre 1875 à l'Observatoire, par les soins de M. Le Verrier. On a dit, à ce propos, que le nouveau télescope surpasse en puissance tous ceux qui ont été construits jusqu'à ce jour. C'est une exagération, qui provient d'une connaissance imparfaite de la question. Ayant à décrire à notre tour le nouveau télescope, nous aurons l'occasion naturelle de l'apprécier et de lui assigner le rang qui lui appartient parmi les instruments d'observation céleste.

Si nous disons que le nouvel instrument n'est pas une lunette astronomique, mais un télescope à miroir réfléchissant, nous aurons tout de suite fait comprendre qu'on ne saurait en attendre des services extraordinaires et

anormaux, les télescopes à simple réflexion étant bien inférieurs en importance aux lunettes astronomiques.

Mais peut-être tous nos lecteurs ne peuvent-ils apprécier la différence radicale qui sépare ces deux instruments. Quelques explications sont donc ici nécessaires.

Un télescope, en général, se compose d'un miroir métallique concave, donnant en face de lui, du côté de l'astre dont il réfléchit les rayons, une image de cet astre. Cette image est ensuite grossie au moyen d'une loupe ou d'un système de loupes fonctionnant comme un microscope amplificateur. On peut ainsi obtenir une représentation très-agrandie d'un corps céleste, pourvu que ce ne soit pas une étoile, ce qui permet d'étudier sa constitution physique. Dans le *télescope de Newton*, l'image est renvoyée littéralement par un petit miroir plan, sur la paroi du tube au fond duquel est adapté le miroir concave. Cette paroi est percée d'un trou, pour pouvoir placer le microscope.

Léon Foucault a perfectionné le télescope à réflexion, en donnant le moyen de fabriquer à bas prix un miroir réfléchissant. Dans le *télescope de Foucault*, le miroir est un verre argenté, ce qui lui donne l'avantage de mieux conserver son poli. Sa forme est parabolique, et telle, que tous les rayons lumineux qui partent de l'astre et viennent le frapper, convergent au foyer. C'est là qu'on place le petit miroir plan qui renvoie l'image que l'on doit grossir.

La lunette diffère du télescope en ce que le miroir du télescope est remplacé par une lentille bi-convexe en verre (c'est l'objectif), donnant une première image par réfraction, c'est-à-dire après le passage des rayons lumineux à travers la substance de cette lentille.

La modification apportée par Foucault au télescope en a fait un instrument précieux. Le miroir en verre argenté est essentiellement exempt d'aberration de réfrangibilité. La pureté des images ne dépend que de la perfection d'une seule surface. A égalité de longueur focale,

il comporte un plus grand diamètre que la lunette, et il rachète ainsi en partie les portes que la lumière subit par les réflexions.

Une fois le miroir en verre taillé et poli, on le recouvre, par un agent chimique, d'une couche d'argent, qui, au sortir du bain où elle s'est formée, acquiert, grâce à un frottement bien exécuté, un très-vif éclat. La surface du verre ainsi métallisée est énergiquement réfléchissante. Ce télescope est de moitié plus court qu'une lunette de même diamètre; il donne presque autant de lumière et des images plus nettes; à longueur égale, il admet un diamètre double et recueille trois fois et demie plus de lumière.

Le *miroir parabolique en verre argenté*, taillé dans un disque en verre, est monté suivant le système newtonien. L'image, au lieu d'être réfléchie par un petit miroir plan, peut être reçue à l'intérieur d'un prisme à réflexion totale, où on l'observe avec un oculaire formé de quatre verres. On fait varier le grossissement en changeant simplement l'oculaire des quatre verres, et l'objectif reste inséparable du miroir.

Le grand télescope installé en 1875 à l'Observatoire de Paris est un télescope Foucault. Il est monté *parallèliquement*, ce qui veut dire qu'il est pourvu d'un mécanisme permettant de suivre un astre pendant son mouvement diurne apparent, sans avoir à se préoccuper de manœuvrer l'instrument, une fois qu'il a été braqué.

Quand un chasseur vise un oiseau pour le tuer au vol, il suit de l'œil, le long du fusil, la direction de l'animal, pendant un certain temps, en imprimant à l'arme un mouvement dirigé par les bras. Eh bien, substituez le télescope au fusil et un mécanisme d'horlogerie à l'impulsion donnée par les bras du chasseur, et vous aurez une idée de la manière dont le nouveau télescope est monté. Son axe de rotation est dirigé suivant la ligne des pôles célestes, en sorte que le tube décrit un cône dont la base est tracée par l'étoile visée; c'est un cercle ap-

polé *parallèle*. Le mouvement d'horlogerie fait exécuter au télescope un tour entier en vingt-quatre heures sidérales, ou quinze degrés à l'heure, puisque la circonférence entière est divisée en trois cent soixante degrés.

Le tube de l'instrument est-il couché parallèlement à l'axe, alors le mouvement de l'image céleste est aussi lent que possible. Le maximum de vitesse d'une image correspond à la position perpendiculaire à cet axe, quand le tube est dans l'équateur. Cela tient à ce que l'équateur est le plus grand des cercles diurnes, et que les parallèles deviennent de plus en plus petits à mesure qu'ils se rapprochent davantage des pôles ou des extrémités de l'axe du monde. Mais quelle que soit l'étoile observée, qu'elle soit haute ou basse sur l'horizon, elle met constamment vingt-quatre heures pour faire un tour entier, et le même mouvement s'applique à toutes les étoiles.

On voit que non-seulement l'axe de l'instrument se meut avec l'axe polaire, suivant le mouvement diurne apparent du ciel, de manière à être toujours dans un même plan méridien avec lui, mais qu'il peut encore tourner dans un plan méridien suivant toutes les inclinaisons. De cette manière, il est possible de viser un astre quelconque, quelle que soit sa position sur la voûte céleste; et une fois dans le champ de l'instrument, le mouvement diurne d'horlogerie permet de ne pas le perdre de vue un seul instant et de le suivre constamment dans sa course.

Le nouveau télescope de l'Observatoire de Paris est installé au milieu du jardin. Des rails, qui vont du nord au sud, se croisent autour d'un bâtiment en planches dans lequel il est renfermé, et qui a 10 mètres de hauteur sur 8 de large. Il repose sur des roues, pour glisser sur les rails. Le diamètre de son tube est de $1^m,20$; sa longueur est de $7^m,30$. Il est porté sur des tourillons et est en fer forgé. Son poids est de 2200 kilogrammes. Le miroir, l'oculaire et le *chercheur* pèsent 800 kilogrammes. Le poids du support, dirigé suivant l'axe du

monde, est de 2600 kilogrammes. En y joignant le poids de l'axe transversal qui maintient le tube fixé à 8 mètres de hauteur, le poids des tourillous, celui du contre-poids, etc., on a 20 000 kilogrammes à peu près.

Tout l'appareil se manie facilement, et le mouvement d'horlogerie est très-régulier.

L'oculaire, placé tout près de l'ouverture du tube, est mobile.

Un escalier de fonte en spirale est placé sur une plateforme roulante; il permet à l'observateur de contourner l'ouverture du tube.

Pour se servir de l'instrument, on fait rouler la cage sur les rails, on pousse l'escalier sur d'autres rails à angle droit avec les premiers. Un treuil fait mouvoir l'escalier sur des rails circulaires. Le maniement de cet escalier exige le concours de trois hommes.

On pourrait appliquer à ce télescope un grossissement de 2400 fois, mais on ne dépassera guère le grossissement de 1200 fois. Ce bel instrument a coûté 200 000 fr.

A propos du nouveau télescope de l'Observatoire de Paris, on a rappelé celui de lord Ross, et l'on a beaucoup exagéré la puissance de ce genre d'instruments et les services qu'ils peuvent rendre à l'étude des astres. Sans doute, un télescope à réflexion comme celui de lord Ross, et comme le nouvel instrument de notre Observatoire, donne une immense amplification aux images des astres; mais si l'on songe aux difficultés de leur maniement, à la presque impossibilité d'obtenir une température uniforme dans toute sa masse, et au défaut de netteté de l'image de l'astre quand elle est agrandie hors de certaines limites, on comprendra que les lunettes astronomiques soient bien préférables à ces énormes constructions. C'est donc au perfectionnement des instruments de moyenne dimension, c'est-à-dire aux lunettes astronomiques, qu'il faut surtout s'attacher.

Arago, à propos du grand télescope d'Herschel, de trente-neuf pieds anglais de long, s'exprime ainsi :

« On ne se trompe pas moins quand on imagine que l'observateur de Slough se servait sans cesse de ce télescope, qu'en soutenant avec M. de Zach que l'instrument colossal n'a été d'aucune utilité, qu'il n'a servi à aucune découverte, qu'on doit le considérer comme un simple objet de curiosité. Ces assertions sont formellement contredites par les propres paroles d'Herschel.... En effet, ce gigantesque instrument lui fit découvrir le sixième satellite de Saturne.... Disons le vrai motif qui détournait Herschel de se servir plus souvent de l'immense télescope de 39 pieds. Malgré la perfection du mécanisme, la manœuvre de cet instrument exigeait le concours continuel de deux hommes de peine et celui d'une personne chargée de prendre l'heure à la pendule.

« Dans les nuits à changements de température un peu considérables, le télescope, à cause de sa grande masse, était toujours en retard thermométrique sur la variation que subissait l'atmosphère, ce qui nuisait beaucoup à la netteté des images. »

C'est avec des télescopes de moyenne dimension qu'Herschel fit ses principales découvertes. Il découvrit la planète Uranus avec une simple lunette de sept pieds anglais de long, à laquelle il avait appliqué un grossissement de deux cent vingt-sept fois.

En résumé, le nouveau télescope à miroir de l'Observatoire de Paris rendra des services importants ; mais il ne faut pas oublier que la grande question pour le progrès de l'astronomie, c'est le perfectionnement de la lunette.

L'Observatoire de Paris s'est enrichi encore, en 1875, d'une lunette puissante et merveilleusement montée. Nous voulons parler de la lunette donnée par M. Bischoffsheim. Cet instrument, modeste en apparence, est, à nos yeux, appelé à concourir mieux qu'aucun autre à l'inspection du ciel, dans l'Observatoire de Paris.

15

La nouvelle lunette astronomique offerte à l'Observatoire de Paris par M. Bischoffsheim. Destination particulière de ce nouvel instrument.

Nous venons de faire allusion à la nouvelle lunette astronomique qu'un généreux donateur, M. Bischoffsheim, banquier de Paris, a mis à la disposition de M. Le Verrier. C'est ici le lieu de parler avec détail de l'instrument précieux que l'on doit à la munificence de cet amateur éclairé.

Nous ne saurions mieux faire, pour commencer cet exposé, que de citer la lettre adressée, le 25 janvier 1875, à M. Bischoffsheim, par le directeur de l'Observatoire, M. Le Verrier :

« J'ai la satisfaction, écrit M. Le Verrier à M. Bischoffsheim, de vous annoncer que je viens d'être mis en mesure de travailler à la construction du précieux instrument dont vous avez voulu doter l'Observatoire de Paris. Votre intention est de concourir au progrès de l'astronomie de précision la plus délicate. Je désire vous faire connaître ici comment nous nous proposons de répondre à vos vues.

« Le ciel est peuplé d'une quantité innombrable d'étoiles, et aussi d'astres errants, planètes et comètes, qui vont en se multipliant de plus en plus.

« Les grands observatoires, comme ceux de Paris, Greenwich (Angleterre), Poulkowa (Russie), ont surtout pour mission de fixer les positions de ces divers astres les uns relativement aux autres par rapport à l'équateur et à l'écliptique.

« Pour organiser d'une façon fructueuse cet immense labeur, on a fait pendant longtemps usage de deux instruments distincts : le cercle mural et la lunette des passages de Rœmer. Il en existe à l'Observatoire de Paris deux beaux spécimens, établis par l'artiste Gambey, à la demande d'Arago.

« Ces instruments laissent aujourd'hui à désirer, par suite des progrès incessants de l'astronomie et de la mécanique. Au

temps de Gambey, on se bornait volontiers à l'observation des belles étoiles, et l'on ne connaissait pas ces très-petites planètes qui ne peuvent être vues qu'avec de puissantes lunettes. Gambey donc avait muni ces instruments de lunettes trop faibles. Il fut question, il y a vingt ans, de les remplacer par de plus puissantes; mais personne n'osa se charger d'effectuer la substitution.

« D'un autre côté, c'est toujours un embarras sérieux que d'avoir à recourir à deux instruments distincts et à deux observateurs présents au même instant pour déterminer la position d'un même astre. Gambey lui-même avait essayé de réunir le cercle et la lunette des passages. Il n'avait pas réussi et les observations qui furent faites avant que l'on eût séparé les deux parties de l'appareil l'une de l'autre sont restées sans usage, à cause du manque de précision.

« L'Observatoire de Paris a remédié à une partie des inconvénients par la construction d'un grand instrument méridien, muni d'une lunette de neuf pouces d'ouverture, et avec lequel on peut observer les planètes des plus faibles dimensions. C'est à la suite de l'installation de ce puissant appareil qu'est intervenue, entre le célèbre observatoire anglais de Greenwich et l'Observatoire de Paris, la convention en vertu de laquelle les observations des petites planètes sont faites, depuis la nouvelle jusqu'à la pleine lune, uniquement à Greenwich, et depuis la pleine lune jusqu'à la nouvelle, uniquement à Paris.

« Mais l'astronomie ne réside pas tout entière dans l'observation des planètes; il faut aussi fixer les positions absolues des étoiles dans le ciel, pour en conclure les bases essentielles de la science, bases qui vont sans cesse en se modifiant, par suite des déplacements des pôles, de l'équateur et de l'écliptique. Or on n'y saurait parvenir avec sécurité qu'au moyen d'un instrument susceptible de retournement, vérification que la très-grande dimension de notre appareil des petites planètes rend impossible.

« Je ne dois pas, mon cher collègue, me laisser entraîner à exposer ici l'opération délicate du retournement; mais j'offre de l'effectuer, à l'Observatoire même, devant vous et les personnes sérieuses qui pourraient désirer d'être présentes, et dont nous accueillerons la demande avec empressement.

« Je me borne à dire ici, pour arriver directement à notre but, que désormais, grâce aux progrès de la construction mécanique, nos artistes sont en mesure d'établir un instrument muni d'une forte lunette de sept pouces, et susceptible cepen-

dant de l'opération du retournement, instrument permettant, par conséquent, d'aborder et de résoudre les questions les plus délicates de l'astronomie pratique.

« C'est cet appareil de haute précision pour la construction duquel, sur l'avis du conseil scientifique de l'Observatoire, nous avons passé un traité avec notre grand artiste, M. Eichens, au talent duquel est due la réalisation de nos plus puissants instruments.

« Je dois encore ajouter un mot : la salle des instruments méridiens actuels de l'Observatoire de Paris est fort belle, trop belle peut-être, car on n'ose y toucher, bien qu'elle offre des défauts. A cause de sa construction architecturale, elle présente une masse considérable qui emmagasine la chaleur du soleil pendant le jour, ce qui ne permet pas, la nuit venue, de réaliser l'uniformité de température intérieure et extérieure, uniformité indispensable cependant à l'exactitude du calcul des réfractions atmosphériques.

« Ne voulant rien laisser à désirer dans l'installation de votre cercle, nous le placerons au milieu de l'une des grandes pelouses, dans un pavillon construit spécialement, de telle façon que la température intérieure soit toujours égale à celle de l'extérieur.

« Cela fait, le nouvel instrument sera substitué, dans notre service régulier, aux deux instruments de Gambey.

« Veuillez agréer, etc.

« LE VERRIER. »

M. Secretan, l'habile constructeur que la science a perdu en 1874, avait fourni un cercle méridien dont la description fera saisir toute la portée de l'instrument dont M. Le Verrier parle dans la lettre que nous venons de citer.

Disons, avant tout, que jusqu'à ce jour on se servait de deux instruments différents pour observer les astres au moment de leur passage au méridien. L'un de ces instruments est le *cercle mural*, destiné à donner la latitude en prenant la distance polaire, ou la hauteur du corps céleste au-dessus de l'horizon. L'autre est la *lunette méridienne*, qui donne l'ascension droite de l'astre, ou sa distance au point équinoxial de l'équateur pris

pour origine, distance donnée en temps, et qu'on peut transformer en degrés, à raison de quinze degrés à l'heure. A l'aide de ces deux coordonnées célestes, la position de l'astre se trouve fixée sur la sphère idéale au centre de laquelle nous nous supposons. Ce sont ces deux instruments qu'on peut remplacer par un seul; cette substitution a même déjà été faite, ainsi qu'on va le voir.

Les progrès accomplis dans la construction des instruments de précision permettent de réunir aujourd'hui, dans un seul appareil, la détermination des ascensions droites et celle des distances polaires, sans que la mesure d'une des coordonnées nuise à l'exactitude de la détermination de l'autre.

Voici maintenant la description du cercle méridien que possède déjà l'Observatoire de Paris.

Le tube de la lunette est en fonte de fer non travaillée, afin de lui laisser toute sa rigidité; l'objectif a 236 millimètres d'ouverture libre et $3^m,852$ de longueur focale.

L'axe se compose d'un cube central de $0^m,54$ de côté, terminé, sur deux de ses faces opposées, par des cônes tronqués, portant à leurs extrémités libres des tourillons en acier fondu. La partie en fonte a été coulée en deux pièces, comprenant chacune la moitié du cube et l'un des cônes tronqués. Les deux moitiés du cube, appuyées l'une sur l'autre par des rebords travaillés avec un très-grand soin, sont réunies invariablement par des boulons nombreux. Les tourillons ont $0^m,12$ de diamètre; ils ont été introduits froids par une de leurs extrémités coniques dans les extrémités chauffées des cônes. Les coussinets sont en bronze; chacun d'eux reçoit son tourillon sur deux segments d'une surface cylindrique interrompue à sa partie inférieure. Les tourillons sont montés sur deux plaques massives en bronze, qu'on peut mouvoir latéralement, après qu'on a enlevé les vis verticales qui les serrent; et comme l'une des plaques est légèrement taillée en coin, elle sert à rectifier l'inclinaison et l'azimut de l'axe.

Les deux autres faces du cube portent, encastrés et boulonnés, deux longs cônes tronqués, terminés l'un par l'objectif, l'autre par l'oculaire.

Le système oculaire consiste en un micromètre, qui porte un système de fils dont la plaque est fixée dans une position invariable ; il porte en outre un fil vertical mobile au moyen d'une vis micrométrique.

A l'extrémité libre d'un des tourillons, se trouve fixé un cercle destiné à la mesure des distances polaires ; ce cercle a un mètre de diamètre ; il est divisé de 5 en 5 minutes et chiffré de degré en degré. L'index consiste en un microscope à long foyer, muni d'un fil et placé de façon à marquer 0°0′ quand la lunette est dirigée vers le pôle nord. Le sens de la chiffraison est tel, que les lectures croissent avec les distances polaires. Les microscopes, au nombre de six, sont portés perpendiculairement au plan du cercle par des supports à patins boulonnés.

Les divisions du cercle sous chaque microscope sont éclairées par une lampe placée à la hauteur du centre et à une distance de un mètre et demi. Les rayons rendus convergents par une lentille sont réfléchis par un système de six prismes vers des réflecteurs à surface annulaire, portés par les supports des microscopes, et de là dirigées vers la graduation. Un prisme plus gros renvoie la lumière vers le microscope index.

Un second cercle en fonte, de 1 mètre 2 décimètres de diamètre, est fixé entre les piliers, sur un cône de l'instrument et se termine par une couronne plate qui s'engage entre les mâchoires d'une pince fixe servant au calage de l'instrument. Cette pince est munie de vis de rappel que peut manœuvrer l'observateur. Ce cercle porte une division et les organes nécessaires au calage du système.

Le mode d'éclairage du micromètre permet d'obtenir à volonté un réticule de fils noirs sur champ éclairé, ou des fils brillants sur champ obscur. La lumière est fournie par une lampe fixée à un pilier ; elle rencontre d'a-

bord un diaphragme rectangulaire, d'ouverture variable, et traverse ensuite un tube muni de deux lentilles convergentes, qui forment une image lumineuse à l'intérieur du cône. Si le champ doit être éclairé, un très-petit prisme central reçoit la lumière et la renvoie sur toute l'étendue du réticule. Si l'on veut éclairer les fils, on pousse un bouton situé près de l'oculaire; une tige fait tourner dans le cube une plaque annulaire portant quatre prismes, qui envoient la lumière à quatre autres prismes fixés dans la boîte même du micromètre, en avant des fils, et ceux-ci la réfléchissent à leur tour sur les fils.

Ainsi la nouvelle lunette remplit à elle seule l'office des deux instruments qui ont été jusqu'ici employés pour observer le passage des astres au méridien, et l'on a appliqué à sa construction les perfectionnements les plus avancés de la science et de l'art.

16

La plus grande lunette du monde.

Une lunette gigantesque vient d'être construite à Newcastle (Angleterre). M. Newall, qui a fait édifier ce magnifique instrument, est l'un des plus riches ingénieurs de l'Angleterre. Ce puissant instrument a coûté près de 250 000 fr.; il est installé provisoirement dans sa maison de campagne.

Il n'y a pas en Europe de lunette comparable à celle de M. Newall. Ce n'est qu'en Amérique qu'il existe une lunette d'une dimension plus grande : celle de l'Observatoire de Washington. La lunette de M. Newall a dix mètres de long. Son tube est en tôle d'acier, très-bien équilibré par un contre-poids de 140 kilogrammes, et supporté par un pied inébranlable dont le poids est de dix tonnes. Ce pied est en fer; il est creux à l'intérieur et

renferme le poids du mécanisme qui imprime à l'instrument un mouvement équatorial. Ce poids, qui pèse 50 kilogrammes, est remonté au moyen d'un autre mécanisme. Le mouvement automatique peut durer quatre heures, ce qui permet de faire les observations qui comportent une grande durée. Le moteur animé par ce contre-poids produit un mouvement circulaire, régularisé à l'aide d'un échappement mû par un pendule. Le mouvement est accéléré ou retardé à volonté, en faisant varier la longueur du pendule : ce qui permet à la lunette de suivre les astres qui ont un mouvement propre.

Les lectures qu'on fait ordinairement sur des cercles gradués, pour déterminer la position des astres, ont nécessité, dans ce cas particulier, des précautions spéciales. On lit les ascensions droites sur un cercle à l'aide d'une lunette fixée sur un pied. La lecture du cercle des déclinaisons se fait au moyen d'une lunette latérale. Mais, pour avoir une précision suffisante, on se sert de deux autres lunettes situées près de la première, avec lesquelles on lit les nombres tracés sur le limbe.

Trois petites lunettes, vulgairement nommées *chercheurs*, sont annexées au tube de M. Newall; l'une d'elles est une lunette de six pouces.

Tous les leviers pour la visée des astres, pour le réglage et le serrage, se manient avec des cordons ou des tiges que l'observateur peut tenir à la main pour manœuvrer sur la plate-forme.

La coupole et tout l'édifice sont en tôle de 1/24 de pouce. Une machine à vapeur la met en mouvement. La longueur de la trappe est de 6 pieds.

Une immense plate-forme reçoit les observateurs; elle a deux pieds de longueur sur six pieds de largeur; elle est mobile sur deux rails et deux crémaillères.

Les verres sortent de la fonderie de M. Chance, de Birmingham; ils ont été taillés par M. Cooke, d'York.

Comme le climat du nord de l'Angleterre est excessivement brumeux, M. Newall a songé à transporter sa

lunette ailleurs. On a proposé l'Observatoire de Marseille. Nous souhaitons que ce choix soit agréable à M. Newall, car le climat de cette ville est parfaitement favorable aux observations astronomiques.

17

Nouvelle installation du Bureau des longitudes au palais de l'Institut. L'Observatoire de Montsouris et l'Observatoire de Vincennes.

Une heureuse modification s'est accomplie en 1875 dans l'organisation des études astronomiques en France. Le *Bureau des longitudes* n'est plus sous la dépendance de l'Observatoire. Depuis le 6 octobre 1875, il est installé dans une dépendance du palais de l'Institut. Le nouveau local du Bureau des longitudes se compose d'un rez-de-chaussée, contenant des salles de dépôt pour les instruments d'astronomie, de géodésie ou de marine. La bibliothèque, les archives et la salle des séances sont au premier étage; au second et au troisième étage se trouvent les bureaux des calculateurs de la *Connaissance des temps*.

Dépouillé de tous ses moyens d'action par le décret de 1854, le Bureau des longitudes ne pouvait disposer d'aucun instrument, pas même des livres de sa propre bibliothèque. Il fut remis en 1874, par un décret nouveau, dans une situation plus favorable. Les dix-huit mois qui se sont écoulés depuis l'apparition de ce décret ont été employés, d'une part, à la création d'observatoires spéciaux qui lui permettront de remplir, comme il le faisait autrefois, la mission dont la loi l'a chargé; d'autre part, à la réorganisation de ses bureaux de calcul et à l'entière refonte de la *Connaissance des temps*. Cette importante publication, dont l'origine remonte à deux siècles, a été confiée à M. Lœwy, membre de l'Institut.

Un observatoire météorologique existait déjà dans le

parc de Montsouris. A cet observatoire on a annexé un observatoire géographique maritime. La direction de ce nouvel observatoire géographique et maritime est confiée à M. Mouchez, également membre de l'Institut. M. Perrier, commandant d'état-major, a été autorisé à établir sur les terrains concédés par la ville une station géodésique complète. Le Bureau des longitudes possède maintenant une collection complète des instruments qui ont servi à l'observation du passage de Vénus, et qui lui permettront de remplir les obligations imposées par son règlement constitutif et par ses traditions.

A cet effet, un terrain de trois mille mètres a été mis à sa disposition dans le parc de Montsouris. Les trois principales cabanes qui ont servi aux expériences préparatoires du passage de Vénus ont été reconstruites. L'administration de la guerre a autorisé le Bureau des longitudes à occuper six chambres dans la caserne voisine pour y loger les observateurs. De son côté, le préfet de police a consenti à faire exercer une active surveillance de jour et de nuit autour des instruments. Enfin, les ministres de la guerre et de la marine ont accordé chacun une subvention de mille francs, qui sera certainement renouvelée l'année prochaine, et M. l'amiral Pâris a accordé une somme de trois cents francs.

C'est avec ces modestes ressources qu'a été créé l'observatoire astronomique maritime de Montsouris. Il comprend aujourd'hui les instruments suivants, installés chacun dans une cabane particulière, et tous reliés par des fils électriques : un équatorial muni d'une grande lunette de huit pouces d'ouverture, avec mouvement d'horlogerie ; un équatorial de six pouces ; une lunette photographique et tous ses accessoires ; une lunette méridienne du dépôt de la marine ; un grand instrument géodésique du dépôt de la guerre ; un spectroscope ; enfin, cinq chronomètres et une collection de petits instruments fournis par la marine, tels que théodolites, instruments à réflexion, boussole, etc.

Cet observatoire est mis à la disposition des officiers et des voyageurs qui voudront s'initier à la pratique des observations astronomiques et au maniement des instruments.

Le ministre de la marine a donné des ordres pour que six jeunes officiers de bonne volonté fussent appelés à Paris et attachés, à partir du 1er octobre, à l'observatoire du Bureau des longitudes. La durée de leur séjour a été fixée à six mois. Ils seront ensuite renouvelés de six mois en six mois. Ils seront assistés dans leurs travaux et pour tous les soins matériels à donner aux instruments, par trois sous-officiers et matelots de timonerie choisis avec le plus grand soin.

Des officiers de l'armée et des voyageurs délégués par la Société de géographie se joindront bientôt à ce premier groupe d'élèves astronomes.

Mais une subvention annuelle sera nécessaire pour acquitter les dépenses journalières. En outre, il importerait de compléter la collection des instruments, d'acquérir une petite bibliothèque usuelle, composée d'ouvrages d'astronomie pratique, de tables, de catalogues, d'étoiles, etc.

Dans l'observatoire de Montsouris, où a été établi le matériel pour les travaux astronomiques que nous venons de décrire, on a également trouvé le moyen de fonder un observatoire spécial de géodésie.

Un rapport de M. le commandant Perrier, qui a été mis à la tête de cette division de l'observatoire de Montsouris, va nous faire connaître le but de la nouvelle institution et les moyens dont elle dispose.

Le projet de fonder un observatoire spécial de géodésie et d'astronomie géodésique avait été arrêté, dit M. le commandant Perrier, par le dépôt de la guerre, afin d'exercer les jeunes officiers au maniement des instruments, ainsi qu'à la discussion et à la pratique des observations. Une tentative fut faite par le dépôt de la guerre, conjointement avec l'Observatoire de Paris, pour

déterminer en commun les longitudes, les latitudes et azimuts terrestres en France. C'est ainsi que la longitude de Bourges fut mesurée en 1856.

Plus tard, le comte Versigny et le capitaine Perrier sollicitaient le patronage du Bureau des longitudes, et trouvaient un abri pour leurs instruments et une hospitalité scientifique toute cordiale pour leurs personnes dans le petit observatoire temporaire de la rue Notre-Dame-des-Champs, placé sous la direction de Laugier, et que le Bureau venait de faire élever en vue de la détermination des méridiens fondamentaux de notre globe. Quelques années après, en 1873, le dépôt de la guerre, poussé par l'impérieuse nécessité d'asseoir la carte de l'Algérie sur des bases astronomiques précises, contracta avec les observatoires de Paris et de Marseille une alliance nouvelle, d'où résulta la détermination des longitudes de Marseille et d'Alger par MM. Lœvy, Stephan et Perrier.

C'est à ce moment même que le Bureau des longitudes, récemment réorganisé, était autorisé à prendre possession d'un lot de terrain dans le parc de Montsouris, pour y établir ses instruments et son matériel d'observation. Le ministre de la guerre pensa aussitôt que l'occasion était favorable pour doter enfin le dépôt d'un observatoire spécial approprié à ses besoins et à ses travaux, et il exprima le désir qu'une parcelle de terrain fût réservée au dépôt de la guerre. Le bureau s'empressa d'accueillir la demande qui lui était soumise. Les fonds furent alloués et l'observatoire du dépôt de la guerre est déjà construit. Il se compose d'une cabane méridienne avec accessoires, disposée pour l'observation des longitudes, latitudes et azimuts. L'observatoire géodésique viendra bientôt, et ainsi l'installation sera complète.

La création de l'observatoire du Bureau des longitudes, dont ceux de la guerre et de la marine ne sont que des dépendances, est un fait de la plus haute importance. Ce nouvel établissement vient combler une lacune

considérable dans notre organisation scientifique. Il ne fera aucunement concurrence aux grands observatoires qui existent en France ; il les complétera en offrant aux voyageurs, aux marins et aux officiers une sorte de laboratoire spécial qui nous manquait jusqu'ici, et à la faveur duquel notre pays pourra reprendre le rang qu'il a si longtemps occupé, et auquel il a le droit de prétendre, dans la carrière des grandes entreprises géographiques.

Ces nouveaux établissements, spécialement destinés à la marine militaire et à nos officiers d'état-major, ont reçu la visite des membres de la Conférence géodésique européenne, réunie cette année à Paris. Il est résulté de cette visite que plusieurs délégués étrangers ont fait à nos artistes la commande d'instruments géodésiques semblables à celui que le dépôt de la guerre emploie depuis quelques années.

Nous ajouterons, pour terminer cette revue des heureuses créations dont l'astronomie française a été dotée en 1875 par le bon esprit du gouvernement et des personnes éclairées qui l'ont soutenue dans cette excellente voie, qu'un nouvel observatoire a été fondé au bois de Vincennes.

On sait que M. Janssen s'est signalé par de belles découvertes spectroscopiques et par de remarquables travaux relatifs à l'étude du passage de Vénus observé sous des cieux lointains. Il importait de mettre à la disposition de cet éminent astronome un observatoire où il pût continuer ses expériences et ses recherches concernant la constitution physique des astres. C'est ce qui a été réalisé en 1875. M. Janssen est maintenant installé dans un observatoire spécial à Vincennes. Nous manquons de renseignements exacts sur ce dernier établissement ; mais ce que nous pouvons dire, c'est que l'observatoire de Vincennes et celui de Montsouris étaient nécessaires pour imprimer aux études astronomiques et météorologiques en France l'impulsion qu'exige l'état présent de l'astronomie.

MÉTÉOROLOGIE

1

Les inondations dans le midi de la France en 1875.

Le solstice d'été de l'année 1875 a été signalé par des ravages inattendus. Le sud et le sud-ouest de la France ont été en proie aux effets d'inondations soudaines, qui ont surpassé en désastres tout ce que la mémoire a conservé dans ces régions de notre pays. Nous commencerons par énoncer sommairement les principaux faits relatifs à ce fléau ; nous parlerons ensuite de ce qu'il y aurait à faire pour prévenir le retour de semblables malheurs.

Pour ne pas remonter à plus de vingt ans, nous rappellerons les deux années où les inondations ont exercé les plus grands ravages en diverses contrées de la France.

Dans la période de 1854 à 1864, les inondations occasionnèrent une perte qui fut estimée à deux cent trente-cinq millions. L'année 1856 fut particulièrement fatale sous ce rapport. Les débordements du Rhône, de la Loire et de leurs affluents ruinèrent un grand nombre de localités. L'année 1875 devait présenter un spectacle plus lamentable encore, mais dans d'autres régions.

Du 21 au 24 juin 1875, des pluies torrentielles étaient tombées à Toulouse, pendant trois jours et trois nuits, sans trêve ni répit. Les affluents de la Garonne grossirent

très-rapidement, en déterminant une crue formidable, qui dépassa le niveau de la grande crue de 1855. Le 23 juin, le faubourg Saint-Cyprien fut soudainement et complétement envahi. Une population de trente mille habitants était bloquée par les eaux. Presque toutes les maisons de ce faubourg, qui forme une véritable ville, étaient détruites dans un espace de temps très-court. De nombreuses victimes étaient enfouies sous les décombres. Sauf un seul, le pont de pierre, tous les ponts furent emportés.

La nuit du 23 au 24 juin fut affreusement lugubre. Le choc des vagues était terrible. Le fracas des maisons qui s'effondraient glaçait de terreur les malheureux inondés. Toutes les voies de communications étaient détruites ou interceptées. Les récoltes étaient anéanties dans toute la campagne. La Garonne charriait des meubles, des poutres, des tonneaux, des berceaux, des objets de toutes sortes.

Le 24 juin, à six heures du soir, on estimait à trois cents le nombre des maisons effondrées dans la ville de Toulouse. Le 25, à minuit, on avait déjà trouvé cent cadavres dans les maisons non écroulées.

Les nouvelles suivantes arrivèrent successivement :

« Toulouse, 29 juin, 9 h. 58 m., matin.

« En dehors de Toulouse les communications sont coupées. Trois villages rasés; dans l'un, dix maisons restent sur quatre cents. Cinq grands ponts, à Toulouse, emportés; trois cents maisons écroulées hier soir dix heures. »

« Foix, 25 juin, 10 h. 10 m., matin.

« Cinquante maisons ou granges détruites; quatre-vingts personnes disparues sous les décombres avec cinq cents têtes de bétail environ.

« Hier trente-quatre cadavres ont été retrouvés.

« Les villages de Labastide et de Bespler entièrement engloutis. »

« Toulouse, 24 juin, 10 h. du soir.

« La crue de la Garonne a été d'environ neuf mètres au-dessus de l'étiage. Le faubourg Saint-Cyprien est resté pendant douze heures sans secours, à cause de la violence des eaux. Plus de trois cents maisons écroulées; on a déjà retiré plus de cent vingt cadavres. M. le marquis d'Hautpoul s'est noyé en portant secours. Plusieurs militaires ont péri, victimes de leur dévouement. Plus de vingt mille personnes se trouvent sans ressources. Toutes les minoteries établies sur les bords du fleuve sont entièrement détruites. La circulation des chemins de fer est interrompue sur les lignes d'Auch à Tarbes, d'Auch à Agen, de Toulouse à Agen. Le courrier de Paris passe par Brives. Interruption des lignes télégraphiques sur divers points. »

« Montauban, 24 juin, soir.

« A Moissac, la crue avait atteint, hier, près de huit mètres. La Garonne et le Tarn formaient une seule nappe d'eau. La partie de la ville située sur la rive gauche du canal était submergée.

« En aval de Pau, la circulation était encore interrompue à Paillères. »

Il en était de même entre Valence-d'Agen, la Magistère et Saint-Nicolas, sur la ligne d'Agen à Montauban.

La même interruption existait entre Bonne-Encontre et Laysac, sur la ligne d'Agen à Auch.

Le 27 juin, les journaux annonçaient que dans le bassin de la Garonne le chiffre des morts était de quatre cents.

Tarbes, et surtout Agen, furent le théâtre de débordements de la Garonne qui occasionnèrent des désastres analogues à ceux que nous venons de rappeler.

Pendant que la Garonne rentrait dans son lit, devant Toulouse, la masse d'eau qui avait causé de si effroyables désastres, descendait toujours et ruinait tout le pays sur son passage.

Le 25 juin, on écrivait d'Aiguillon : « A partir de la station de Cerens, en remontant, la Garonne a subitement débordé cette nuit, à onze heures entre Agen et Langon. Il y a 2 mètres d'eau sur le chemin de halage. A Marmande, ce matin, la Garonne montait de 50 centimètres par heure. L'inondation s'étend sur un espace de 30 lieues le long du fleuve. »

Le 26 juin, à onze heures quinze minutes du matin, on annonçait de Bordeaux au *Moniteur* que le désastre n'était pas localisé, qu'il s'étendait sur tout le cours du fleuve. Plus de 50 lieues de long sur 4 kilomètres de large étaient ensevelies sous l'eau.

L'eau montait avec une rapidité effrayante à La Réole. Elle avait enveloppé en un instant les routes, les champs, la campagne entière, et les secours manquaient. On aurait pu demander peut-être l'envoi dans les communes riveraines de détachements de marins avec canots à vapeur et chaloupes pour sauver les habitants. Rochefort, Toulon auraient pu envoyer mille hommes avec cent embarcations ; mais le temps avait manqué pour donner avis de la situation.

On signale de nombreuses victimes dans les plaines d'Aiguillon, de Tonneins, Marmande et Langon. Les bœufs, les arbres, les cabanes, les voitures, les meules, tout est emporté par les flots. Partout, depuis La Réole, on entendait des lugubres gémissements. Les bestiaux poussaient des mugissements désespérés. De temps en temps, on entendait comme le bruit d'une cannonade : c'étaient les maisons qui s'écroulaient, minées par les flots. Le désordre était affreux. Cependant il faut dire que, jusqu'au moment où le danger devint imminent, des paysans résistaient aux conseils et même aux ordres de l'administration, qui les avait prévenus de l'envahissement.

Sans pousser plus loin ce tableau des catastrophes locales, nous arriverons à la question des moyens que

l'on pourrait opposer, dans l'avenir, au retour de semblables fléaux, le long du cours de la Garonne.

Le moyen, certain et fort simple, de prévenir de tels malheurs résulte de la connaissance de leur cause. Cette cause a été, comme chacun le sait, l'abondance des pluies dans les Pyrénées, et la fonte subite des neiges qui tombèrent pendant huit jours consécutifs sur tous les sommets montagneux. Les pics pyrénéens dominent les plaines où prennent leur source la Garonne et ses affluents. Ces régions montagneuses avaient reçu une abondante pluie, amenée par un vent d'est, et cette pluie était assez chaude pour faire fondre promptement la neige qui couvrait encore ces montagnes. La fonte de la neige fut donc entière et subite, et l'eau provenant de cette fusion remplit avec une prodigieuse rapidité les lits des cours d'eau qui sont les affluents de la Garonne. De là le grossissement soudain de toutes les rivières et les débordements qui en furent la conséquence.

La cause des inondations du bassin des Pyrénées étant connue, le remède à opposer à leur retour ou le moyen d'en atténuer considérablement les effets, se présente de lui-même à l'esprit. Il faut ménager, en établissant des barrages dans les différents vallons où se trouvent les affluents de la Garonne, de larges réservoirs, ou bassins artificiels, qui, au moment des pluies abondantes et rapides ou des fontes de neige, les rempliront, accumuleront les eaux et empêcheront les affluents de la Garonne de recevoir le fatal et subit tribut des eaux pluviales s'élançant comme un torrent irrésistible. Grâce à ce moyen, l'eau étant retenue un certain temps, la crue, quand elle se manifestera dans le fleuve, se fera avec lenteur, et laissera aux riverains le temps de prendre des précautions contre ses conséquences désastreuses.

La nature a pourvu, en certains pays, à la création de ces réservoirs au pied des montagnes, de sorte que là où ils existent, les inondations sont inconnues. En Italie, les débordements des cours d'eau sont empêchés par les

nombreux lacs situés au pied des Alpes. Ces lacs emmagasinent l'excédant des eaux qui tombent des montagnes, de sorte que les fleuves et les rivières qui prennent leur source sur le versant italien des Alpes, ne sont jamais subitement gonflés par l'afflux subit de l'eau. Le Rhône, en France, n'est que rarement sujet à des débordements vraiment redoutables, parce que le lac de Genève, qu'il traverse, reçoit le trop-plein de ses eaux au moment des grandes pluies et des fontes des neiges des Alpes. Les débordements de ce fleuve seraient tout à fait inoffensifs sans l'existence de quelques-uns de ses affluents situés au delà du lac de Genève, qui, prenant le caractère de torrents, rendent quelquefois dangereuses les inondations du Rhône.

Si la Loire est redoutable au point de vue qui nous occupe, c'est parce qu'elle est dépourvue des réservoirs naturels capables de retenir l'excès de ses eaux.

A la suite des terribles inondations de 1856, la question des moyens de prévenir les débordements de la Loire fut examinée d'une manière approfondie. Chacun se souvient du document remarquable intitulé *Lettre de l'Empereur sur les inondations*. A la suite de la publication de cette belle étude, le gouvernement prescrivit à nos ingénieurs un système de travaux préventifs des inondations de la Loire. Ce système consistait à créer dans certaines vallées des barrages, pour arrêter, au moment des grandes pluies, les eaux pluviales qui tomberaient en abondance et subitement dans le bassin de la Loire. Depuis l'année 1856, date de la publication de la *Lettre de l'Empereur*[1], une partie seulement du programme prescrit a été exécutée, et bien que les travaux n'aient pas été, tant s'en faut, terminés, cependant on a obtenu quelques résultats. Chacun connaît la *digue de Pinet*, et le service que rend ce magnifique barrage, comme moyen préservatif des inondations, dans le bassin de la Loire.

1. Voir l'*Année scientifique*, 1re année (1857), pages 185-199

C'est depuis l'établissement de la digue de Pinet et des travaux analogues qui s'y rattachent, que l'on a à se préoccuper moins qu'autrefois des inondations de la Loire.

Le barrage du Furens peut être cité comme un exemple de l'efficacité des barrages ou réservoirs artificiels, pour arrêter les eaux torrentielles. Ce barrage a eu pour résultat de préserver entièrement la ville de Saint-Étienne des inondations de cette rivière, autrefois très-redoutables.

Ce qui a été fait pour la Loire et le Furens, il faudrait le faire pour la Garonne, c'est-à-dire créer de vastes réservoirs pour ce fleuve et les torrents qui l'alimentent. Ces réservoirs auraient une capacité qui leur permettrait de recevoir un peu plus d'eau que la quantité qui caractérise les fortes crues de chaque cours d'eau.

Ce n'est pas plus difficile que cela! Seulement, pour passer à l'exécution, il y a fort à faire. La question des dépenses sera toujours objectée. Mais cette difficulté ne saurait arrêter notre gouvernement. L'épreuve qu'ont subie en 1875 plusieurs de nos départements est assez terrible pour exciter l'activité des hommes compétents et pour décider l'Assemblée nationale à prendre l'initiative de mesures préventives. On ne voit pas bien ce qui peut faire hésiter quand il s'agit de sauvegarder la vie et les biens d'une partie des habitants d'un pays.

La dépense de l'exécution de ces réservoirs artificiels placés au pied des Pyrénées serait d'ailleurs atténuée, et pourrait même devenir l'origine de nouvelles et précieuses sources de richesses, si l'on s'en rapporte aux assertions de M. Henri Moyse, de Cambrai.

Ce savant fait remarquer que, immédiatement en aval des barrages préservateurs, il serait facile de créer une force motrice, dont on tirerait parti, en la vendant aux usines placées dans son rayon, comme on le fait pour le barrage de Saint-Étienne.

Cette considération a quelque importance, mais elle n'est à nos yeux que secondaire.

Une application plus utile, selon nous, de ces barrages artificiels (après l'avantage fondamental de préserver la vie des riverains et leurs propriétés) serait de servir à l'irrigation des terres sur le flanc des montagnes. Des canaux à faible pente, suivant toutes les ramifications de la chaîne de montagnes, permettraient, en temps ordinaire, de produire de bienfaisantes irrigations.

Nous trouvons cette idée exposée dans le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* de M. Ch. Laboulaye. L'auteur donne le tableau de l'altitude de nos principaux fleuves et torrents à leur source, et démontre ainsi la possibilité de construire des réservoirs tout à la fois préservateurs et producteurs, grâce aux canaux d'irrigation.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que le reboisement des sommets dénudés, et à une altitude où l'on ne pourrait espérer de cultures, contribuerait à diminuer la rapidité de la chute des eaux le long des montagnes et à prévenir la formation des torrents. C'est là un argument de plus en faveur du reboisement des montagnes.

En résumé, il serait urgent de créer au pied des Pyrénées, dans les vallées qui renferment les affluents de la Garonne, des réservoirs artificiels, dont les bons effets comme moyen préservatif des inondations n'ont plus à être démontrés.

En ce qui concerne les moyens de prévenir les inondations dans le bassin des Pyrénées, il est une particularité digne d'être signalée, après le grand et puissant moyen général dont nous venons de parler. Il faudrait donner à l'observatoire du Pic du Midi, créé et si courageusement inauguré en 1874 par le général de Nansouty, les moyens de rendre tous les services qui sont de son ressort. Expliquons-nous.

M. Vaussemat, ingénieur, écrivait au journal la *Gironde*, le 23 juin :

« Il est neuf heures du matin, et l'Adour, démesurément grossi depuis minuit, monte encore. Déjà les usines riverai-

nes sont toutes plus ou moins endommagées; plusieurs ponts de la vallée sont emportés, et de nombreuses prairies ensablées.... C'est la septième ou huitième fois que de pareils désastres se produisent.... M. le général de Nansouty, établi au poste météorologique du Pic du Midi depuis le 31 mai, faisait informer hier M. le maire de Campan et les principaux habitants de la haute vallée qu'une crue subite et exceptionnelle était imminente. Les avertissements météorologiques recueillis à l'observatoire, non moins que quatre-vingts centimètres de neige tombée dans tout le massif du Pic du Midi depuis la veille à huit heures du matin, donnaient des *prévisions* qu'il était urgent de transmettre, en raison d'une fonte subite que la pluie d'ouest commençait à provoquer.

« Quels immenses services aurait rendus aujourd'hui l'observatoire du Pic du Midi, non-seulement à Bagnères, mais à Tarbes, à Maubourgnet, à Riceiès et à toute la vallée inférieure de l'Adour, si un fil télégraphique eût existé entre l'observatoire et les stations de Bagnères et de Baréges !

« Déjà l'orage du 9 août 1873, qui fit des dégâts par millions dans tout le midi et le sud-est de la France, avait été aperçu du Pic du Midi à quatre heures du matin, c'est-à-dire cinq heures avant qu'il éclatât sur Tarbes et sur Pau, onze heures avant qu'il eût atteint Toulouse, vingt heures avant qu'il tombât sur Montpellier, et trente heures avant qu'il s'abattît sur Lyon.

« Mais pour les avertissements transmis hier dans la vallée de Campan, il n'a fallu rien moins que le dévouement de l'observateur, M. Baylac, qui n'a pas craint, avec un temps affreux, de descendre seul, par quatre-vingts centimètres de neige molle, et le dévouement non moins grand de notre président, l'honorable général de Nansouty, qui a consenti à s'isoler complétement, au milieu des neiges, pendant quarante-huit heures, et à remplir lui-même, par un temps hivernal, les pénibles fonctions d'observateur au Pic du Midi.

« Espérons que nos grandes administrations, les communes, les grands propriétaires, le public enfin de cette région du sud-ouest, frappée si souvent par les orages, comprendront l'utilité de l'établissement de signaux télégraphiques et viendront en aide, par leurs subventions et leurs souscriptions, à l'établissement complet de cet observatoire. »

Ainsi, établissement d'un fil télégraphique et de signaux allant du haut de l'observatoire du Pic du Midi

dans les vallées des Pyrénées, voilà ce qu'il faudrait faire au plus tôt. Si un tel système de correspondances eût fonctionné au mois de juin 1875 de l'observatoire des Pyrénées à Toulouse, on aurait été averti à l'avance du phénomène redoutable de la fonte subite des neiges, et sur tout le parcours du fleuve les précautions conseillées par la prudence auraient été prises. Nous ne doutons pas que le gouvernement ne fasse droit sans retard à ce vœu si légitime.

M. Raulin, de Bordeaux, a adressé le 6 juillet au journal la *Gironde* une lettre demandant la création dans les Pyrénées d'une *commission hydrotimétrique* analogue à celle qui existe à Lyon. C'est là une idée excellente et à laquelle nous applaudissons. Les services que rend la commission hydrotimétrique du Rhône sont de toute évidence. Une institution du même ordre aurait autant d'utilité pour les départements du Midi. Il faut donc espérer que ce projet sera mis à exécution.

Cependant les télégraphes électriques et les commissions hydrotimétriques ne pourront que donner avis aux riverains de l'imminence des crues. Ces moyens secondaires ne doivent pas faire perdre de vue la grande question de la création des réservoirs artificiels à ménager au pied des Pyrénées. C'est là seulement que réside dans l'avenir le salut des populations qui ont été si cruellement éprouvées.

2

Les inondations de la Loire, du Rhône, de la Saône, de l'Aude, etc.

Le fléau des inondations qui avait commencé de sévir sur le parcours de la Garonne, au mois de juin 1875, s'est renouvelé plusieurs fois jusqu'à la fin de la même année et s'est étendu à d'autres fleuves ou rivières. La

Loire, le Rhône et la Saône se sont répandus hors de leur lit pendant l'été et l'automne de 1875, occasionnant des ravages dans le détail desquels nous ne saurions entrer ici.

Au commencement du mois de septembre, l'Hérault et l'Aude ont débordé, noyant les récoltes de raisins dans une partie du bassin de ces cours d'eau.

Au mois de novembre, la Loire a présenté des crues menaçantes et la Garonne a de nouveau débordé sur une partie de son parcours. A Agen, pour prendre un exemple, la crue du mois de novembre a dépassé celles des mois de juin et de septembre.

Dans une période de moins de trois cent soixante-cinq jours, Agen a éprouvé une série d'inondations, dont les dates seront mémorables.

La crue de la Garonne est :

Au 14 décembre	1874,	de 3	mètres	85.
Au 20 janvier	1875,	4	—	33.
Au 27 janvier	—	4	—	67.
Au 24 juin	—	11	—	40.
Et au 3 novembre	—	8	—	74.

Il y a eu, en somme, dans l'intervalle d'un an, six débordements, qui ont occasionné des pertes sans exemple dans les annales du sud-ouest.

La crue de novembre 1875 provenait des pluies persistantes tombées dans toute la zone méridionale, et principalement sur le plateau élevé de Lannemezan, aux pied des Pyrénées.

Les nombreuses rivières qui prennent leur source dans ces parages forment une sorte d'éventail dont les extrémités viennent plonger dans la Garonne : de telle manière que ces affluents de rive gauche apportent aujourd'hui au fleuve un tribut plus important que celui cumulé du Tarn, de l'Aveyron et du Lot sur la rive droite.

Par l'effet de cette dernière crue, les grandes voies de circulation ont été interceptées. La ligne ferrée d'Agen à Bordeaux a été rompue à Colayrac. Le canal latéral a été également emporté aux environs de Lérignac à Frézolis. La brèche, qui était très-étendue, a nécessité un chômage de longue durée. Enfin les semailles d'automne sont devenues impraticables. Les terrains, noyés sur tous les points par 142 millimètres de pluie en vingt jours, ne permettaient pas l'accès de la charrue.

En résumé, l'année 1875 a été, on peut le dire, l'année des déluges.

3

Fait relatif aux inondations du sud-ouest de la France, en 1875.

Le 23 juin au matin, les habitants de Sartrous, hameau situé dans la commune et à un kilomètre de Lanelauet (Ariége), furent réveillés par un sourd grondement, analogue aux roulements du tonnerre. Ce bruit persistait sans changer de direction. A l'endroit d'où il semblait provenir, un jet d'eau sortit d'un monticule qui n'avait jamais vu de source. Ce jet était violent et mesurait un mètre et demi environ. La plaine de Beuset, située immédiatement au-dessous, fut inondée sur 6 hectares de superficie. La crue de la nappe d'eau a atteint le chiffre énorme de 3 mètres et demi. C'est à peine si on distinguait le sommet des branches des arbres fruitiers. Des piles de bois ont été entraînées jusqu'à 300 mètres par la violence du courant. Vers 1830, un semblable phénomène s'était produit, au dire des habitants de Sartrous. Ce fait a été rapporté par M. Baby, employé des lignes télégraphiques à Carcassonne.

On ne peut donc attribuer uniquement les inondations des 23 et 24 juin à la neige tombée sur les hautes

montagnes. La source passagère dont il s'agit était au moins à 40 mètres au-dessus du niveau de la rivière de Touyre, qui coule à 1 kilomètre. Ainsi il n'est pas possible de supposer une communication souterraine entre la rivière et la source, qui du reste avait déjà inondé le pays d'alentour et dont l'écoulement était terminé avant la crue de la Touyre. De plus, les neiges n'ont pu influer sur la source, à cause de leur éloignement et du peu de hauteur de celle-ci au-dessous de la vallée. Si les neiges avaient été la seule cause de ce phénomène, dit M. Baby, il est probable que les montagnes environnantes renfermeraient un immense bassin souterrain qui, gonflé par le suintement des eaux des couches supérieures, aurait déversé dans le même temps son trop-plein par des bouches nombreuses et échelonnées sur une même ligne de niveau. Or la source de Sartrous est la seule observée.

M. Baby fait une autre hypothèse : un bouleversement dû à l'action des feux souterrains aurait pu, en quelques heures, épuiser les bassins d'alimentation des sources et les déplacer ou les combler totalement ou partiellement. Ce bouleversement serait la cause des inondations qui ravagèrent la partie ouest des Pyrénées seulement. Si c'était là la vérité, les dernières inondations pourraient encore entraîner à leur suite de fatales sécheresses, ainsi que la disparition complète où l'accroissement irrégulier de quelques-uns de nos cours d'eau pyrénéens, la répartition intérieure des eaux ayant dû se transformer.

4

Le reboisement comme moyen préventif des inondations.

L'opinion publique se préoccupe, avec raison, des moyens de prévenir les inondations, qui ont ravagé

plusieurs départements de la France en 1875. Chacun a dit son mot, mais les projets vraiment pratiques qui ont été proposés sont peu nombreux. Il en est un toutefois qui, en même temps qu'il se présente comme une excellente précaution contre les inondations, touche à la richesse et à la climatologie de notre pays : nous voulons parler du *reboisement*.

Tout le monde sait que la destruction des forêts, surtout celle des régions élevées, entraîne un changement très-notable dans le climat, et principalement dans le régime des eaux. Quand les forêts couvrent une montagne, la terre est retenue par les racines et les feuillages des arbres et des plantes. La terre, à son tour, retient l'eau des pluies, et la laisse écouler très-lentement, pour former les sources. Quand la terre végétale est abritée par les arbres, elle se laisse moins facilement sécher par le vent que lorsqu'elle est découverte.

La destruction des arbres a encore pour conséquence d'entraîner la terre dans les bas lieux, en mettant les roches à nu. La fonte des neiges et les pluies survenant, il en résulte des torrents qui remplacent les rivières, que régularisait auparavant une retenue naturelle des eaux. Les torrents déplacent les lits des cours d'eau, charrient des pierres et détériorent le sol.

Ce déplorable régime des eaux est propre aujourd'hui aux Alpes françaises, à l'Algérie, à la Corse et à beaucoup d'autres pays. La Provence, si belle au temps des Romains et même au moyen âge, n'est aujourd'hui qu'un sol aride, parce que les montagnards des Alpes ont détruit leurs forêts, amené le ravinement de leurs pentes, et par suite ruiné, par la sécheresse, les pays placés au-dessous d'eux. De profonds ravins se sont creusés peu à peu dans les escarpements des Alpes, et ont fini par découper le sommet de chaque montagne en cimes distinctes, qui s'effondrent et s'abaissent rapidement. Chaque année s'accroît la largeur de la zone dévastée, et la population disparaît en même temps du sol appauvri. L'eau a

cessé de fertiliser, pour ne plus servir qu'à dévaster.

Le tableau complet de cette dévastation a été tracé, son histoire, ses causes ont été indiquées, par M. Surell et par M. Cézanne, dans les deux remarquables volumes que ces deux ingénieurs ont publiés sur les *Torrents des Hautes-Alpes*, et que nous avons signalés à nos lecteurs.

Pour lutter contre le fléau du déboisement, il faut reconstituer ce qui a été si imprudemment détruit par les populations. Il faut couvrir de nouvelles plantations le sommet des montagnes. C'est ce que l'on a fait depuis 1856 jusqu'au moment présent, dans la mesure du possible. Dans les départements des Hautes-Alpes et des Basses-Alpes, on a reboisé ou regazonné à peu près 20,000 hectares. Depuis 1870, les paysans ayant reçu le contre-coup de la guerre, on a de nouveau autorisé la vaine pâture. Cependant ces moyens n'ont encore produit aucun résultat bien appréciable, car non-seulement les Alpes, mais encore les Cévennes et les Pyrénées sont incapables de retenir pendant quelque temps les eaux de la pluie et celles qui proviennent de la fonte des neiges.

Ce n'est pas seulement en France que les effets funestes du déboisement se sont manifestés avec une triste évidence. Selon M. Trottier, auteur d'un mémoire sur ce sujet, aux États-Unis les défrichements considérables des versants de l'Alleghany paraissent avoir fait empiéter l'automne sur l'hiver et l'hiver sur le printemps. La destruction partielle des forêts, pour faire place à la colonisation et à l'accroissement de population, a offert un exemple frappant de l'influence néfaste du reboisement sur le climat. Il est, dès à présent, constaté aux États-Unis et au Canada que depuis la destruction des forêts les pluies sont devenues moins fréquentes, les cours d'eau moins rapides, enfin que la température est plus sèche et plus élevée en été et plus froide en hiver.

D'après Absjorusen, dans certains districts de la Suède

récemment déboisés, les printemps seraient actuellement de quinze jours en retard sur ceux du siècle dernier.

Dans les environs de Ravenne (Italie), une forêt de pins qui s'étendait sur un espace de 34 kilomètres ayant été abattue, le *siroco* commença à se faire sentir, et régna, au détriment de la vie animale et végétale. La forêt ayant été replantée, et ayant suffisamment poussé, le climat se trouva rétabli dans ses conditions antérieures.

En Belgique, sur la rive droite du Schledt, de grands espaces, autrefois déserts et improductifs, ont été transformés en champs fertiles, par suite du reboisement de cette contrée.

D'après quelques auteurs, le vent du mistral, le fléau de la Provence, serait de création humaine. Il ne soufflerait que depuis que l'on a abattu les forêts des montagnes voisines. Si les versants des Cévennes et de la Crau se couronnaient des forêts qui les couvraient autrefois, nul doute que ce vent terrible et absolument local ne disparût.

Le reboisement est donc un moyen puissant de prévenir la formation des torrents dévastateurs, et de s'opposer au débordement des rivières qui sortent des montagnes. Aussi ne doit-on rien négliger pour le réaliser et pour combattre la malheureuse tendance des populations à dénuder les cimes de montagnes et à ruiner ainsi infailliblement dans l'avenir d'immenses étendues du pays.

Parmi les moyens qui peuvent efficacement combattre la désastreuse tendance consistant à abattre les forêts, M. Niaudet, dans un article de la *Revue industrielle*, en signale un dont on ne s'était pas encore avisé en France, et qui nous paraît efficace.

Au lieu de paralyser, par des droits de douanes, l'importation des bois exotiques, il faudrait, au contraire, dit M. Niaudet, la favoriser. Il est clair qu'on consom-

mera d'autant moins de bois de chêne et de noyer que l'acajou sera à meilleur marché.

En Angleterre, l'entrée des bois étrangers est libre ; aussi l'acajou et le bois de teck sont-ils employés communément, tandis que les bois de chêne et de noyer indigènes sont relativement chers. L'inverse a lieu en France, où des droits d'importation frappent les bois étrangers. L'acajou est plus cher que le noyer et le chêne. Aussi nos ébénistes n'emploient-ils l'acajou que comme bois de luxe, et les arbres indigènes sont-ils abattus pour la fabrication des meubles. Quant au bois de teck, malgrés les facilités remarquables qu'il offre au travail de l'ébénisterie, il est pour ainsi dire inconnu en France.

On protégerait donc nos forêts contre les bûcherons en livrant à l'industrie, au meilleur marché possible, les bois étrangers.

Il faudrait, en même temps, selon le conseil de M. Trottier, couvrir l'Algérie d'eucalyptus. Ces plantations amélioreraient très-vite le climat de notre colonie, qui, en outre, y trouverait l'avantage de nous fournir avec l'eucalyptus un bois excellent, propre à tous les usages. Le reboisement de l'Algérie exercerait en France un effet salutaire d'un autre ordre: il paralyserait la spéculation qui s'applique à détruire nos forêts, en lui opposant des bois à meilleur marché que les bois indigènes.

Ainsi, reboiser l'Algérie, la Corse et la France avec l'eucalyptus, voilà un excellent moyen pratique d'arrêter la destruction de nos forêts, et conséquemment d'empêcher le retour des inondations.

Indépendamment de ce moyen, on devrait provoquer l'industrie à employer, dans beaucoup de circonstances, le fer à la place du bois. On commence à faire des poteaux télégraphiques en fer, dit encore M. A. Niaudet dans l'article de la *Revue industrielle* que nous avons cité, et il y a à cela toutes sortes d'avantages : économie, amé-

lioration des communications électriques, etc., etc. On ne s'était pas avisé d'un avantage supplémentaire de cette innovation, qui serait de faire vieillir un peu plus nos forêts de sapins, auxquelles on s'adresse pour fournir nos innombrables poteaux télégraphiques. Il faudrait, en outre, substituer au bois, dans les travaux des chemins de fer, des pièces de fonte ou de fer, comme on l'a déjà essayé. La Société des ingénieurs civils, ainsi que la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, devraient s'occuper de cette question. Des prix devraient être fondés pour encourager les ingénieurs et les chercheurs en général à substituer dans le plus grand nombre de cas possibles le fer au bois.

Après le reboisement employé pour prévenir les inondations, il ne faut pas oublier le système des barrages ou de *lacs artificiels* à établir au pied des montagnes. C'est par le reboisement des montagnes et la création des barrages, ou *lacs artificiels*, que l'on arrivera, dans un temps donné, à prévenir les effets désastreux de ces torrents subits qui se précipitent des montagnes et occasionnent le débordement des rivières.

5

La loi des tempêtes.

On entend souvent parler en Europe des tempêtes épouvantables qui sévissent dans les contrées lointaines, et dont nous n'avons que des diminutifs dans nos climats. Les noms de *cyclone*, *typhon*, *tourbillon*, etc., donnés à ces ouragans, rappellent assez bien leur forme et leur allure. On lit quelquefois dans les journaux que des contrées ont été ravagées, des navires engloutis par ces météores destructeurs. On comprend donc de quel intérêt il est pour les marins de connaître la nature des *cyclones*, *typhons* ou *tourbillons*, pour manœuvrer de manière à

se mettre à l'abri de leurs terribles effets. L'*Annuaire du Bureau des longitudes pour l'an* 1875, cet important et classique recueil, qui rend tant de services à l'astronomie et à la physique [1], renferme une remarquable Notice de M. Faye, intitulée *Défense de la loi des tempêtes*. Le titre seul de cette notice montre toute l'importance de la question qui s'y trouve traitée. Nous croyons devoir, en conséquence, donner à nos lecteurs l'analyse de ce travail du savant académicien.

Les physiciens sont arrivés à dévoiler la marche et les allures de ces violentes tempêtes connues sous le nom de *cyclones* et de *typhons*. De cette connaissance on a déduit des règles pratiques de manœuvres qui permettent aux navires d'éviter les dangers de ces tourmentes atmosphériques. Seulement ces règles ont été plus d'une fois mises en doute. Nous devons donc commencer par les exposer clairement, pour faire comprendre leur apologie faite par M. Faye dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes*.

M. Faye formule ainsi la règle pratique découlant de la connaissance des cyclones, qui permet aux navigateurs de se mettre en garde contre leurs redoutables effets.

« Par une baisse continue et prolongée, le baromètre, qui ne trompe jamais entre les tropiques, annonce qu'un cyclone se trouve au loin. Dès que le vent souffle avec une certaine force, il est aisé de déterminer où se trouve le centre du cyclone. Voici la règle de Piddington : Faites face au vent et étendez le bras droit; le centre est dans cette direction. Ce serait le bras gauche si le navire voguait sur les mers australes. Bientôt le vent augmente, la baisse du baromètre devient plus rapide; le centre se rapproche parce que le cyclone marche. Si le vent continue à augmenter sans changer de direction, vous êtes sur le chemin même du centre, et vous ne tarderez pas à être au cœur même de la tempête. Puis, tout à coup, le calme se fera : au centre du cyclone se trouve un espace circulaire où règne un calme relatif qui semble presque absolu. Là, le ciel redevient serein, on se croit sauvé; mais cet espace

1. Un vol. in-32. Chez Gauthier-Villars.

est bientôt franchi, et aussitôt la tempête recommence. C'est alors l'arrière du cyclone qui passe. Seulement le vent a sauté subitement de 180 degrés; il souffle maintenant dans la direction opposée à son aire première, perpendiculairement à la trajectoire du centre du cyclone. »

Il résulte de cet exposé que ce qui est essentiel, ce dont il faut se préoccuper avant tout, c'est d'éviter d'être placé au centre du tourbillon. Si l'on est en mer, il est facile de manœuvrer pour fuir ce centre d'action. Pour trouver la position de ce centre, on se place, comme le dit M. Faye, dans la position du vent régnant, en lui faisant face. Le centre d'action de la tempête se trouve, pour l'hémisphère sud, sur la gauche de l'observateur, et à 90° de la direction du vent. En étendant alors la main gauche horizontalement et parallèlement à la surface du corps, la position du centre du cyclone se trouve indiquée. Telle est la règle que les marins connaissent bien aujourd'hui.

Mais pour que cette règle fût exacte, il faudrait que le vent soufflât toujours perpendiculairement au rayon de la circonférence de rotation. Cela suppose le bâtiment exactement emporté par le mouvement de translation de la tempête, ou bien ce mouvement de translation nul. Dans ce cas, pour l'hémisphère boréal seul, le centre du tourbillon serait, au contraire, situé à la droite de l'observateur placé ainsi que nous l'avons dit, faisant face au vent. C'est que, pour notre hémisphère, le sens de la rotation d'un cyclone est contraire à celui de la marche des aiguilles d'une montre placée horizontalement; dans l'autre hémisphère, le sens de la rotation est inverse, c'est celui même de ces aiguilles.

Nous devons faire remarquer que la direction du vent n'est pas celle de la tangente (ou de sa parallèle) à la circonférence de l'ouragan; cette direction du vent est la résultante du mouvement rotatoire combiné avec celui de translation. Dans la recherche de la direction du

mouvement de rotation seul, on doit tenir compte de l'influence exercée par la translation du cyclone. En combinant, d'après les conditions qui peuvent se présenter, les deux composantes de la force et de la direction du vent, dans une tempête, on trouve différentes valeurs d'intensité et d'inclinaison sur le rayon de la circonférence de rotation.

Tout cela est assez compliqué. Cependant on a trouvé des règles générales à l'usage des navigateurs, pour fuir le centre d'un cyclone. Ces règles peuvent recevoir cet énoncé général très-simple : Dans l'hémisphère boréal, il faut présenter au vent le côté droit du navire ; ce côté s'appelle *tribord* et se trouve à la droite de celui qui regarde la proue. C'est le contraire pour l'hémisphère austral ; il faut présenter au vent le côté gauche (*babord*) du navire.

C'est surtout à un marin anglais, Piddington, et à deux Américains, Reid et Redfield, des États-Unis, que l'on doit la formule de ces règles pratiques, qu'un Français, le capitaine Bridet, avait le premier formulées dans un livre qui fit une grande sensation, il y a dix ans.

Ce n'est pas directement de l'équateur aux pôles que descendent les lignes suivies par les centres de cyclones ; elles s'infléchissent vers l'ouest, franchissent la limite des vents alizés, et s'inclinent vers l'est, dans une direction finale grossièrement perpendiculaire à la première.

Nés loin de la zone des calmes ou des vents variables, de part et d'autre de cette zone équatoriale, les cyclones n'ont pas plus de deux ou trois degrés au début ; mais ils s'élargissent progressivement à mesure qu'ils voyagent ainsi, en marchant vers les hautes latitudes. Dans les deux zones tempérées, ils atteignent un diamètre de plus de dix degrés, et occupent, sur le globe terrestre, un espace plus grand que la France. Tout est donc symétrique de part et d'autre de l'équateur, ou plutôt de la zone des calmes qui oscille un peu chaque année, en

suivant le soleil : symétrie dans le sens de la rotation, symétrie dans le sens du mouvement de translation, symétrie générale dans la figure de toutes ces trajectoires, et cela se passe ainsi tout autour du globe terrestre.

Deux régions se distinguent dans un cyclone : la *région dangereuse*, où la vitesse du vent est la somme des vitesses de rotation et de translation, la *région maniable*, où la vitesse du vent n'en est que la différence.

Si le vent change successivement de direction, en tournant sur la rose des vents, dans le même sens que le cyclone lui-même, on est dans le demi-cercle *maniable*, quel que soit l'hémisphère où l'on se trouve. Si le vent change, en tournant dans le sens opposé à celui de la rotation propre du cyclone, on est dans le demi-cercle dangereux.

Dans le demi-cercle *maniable*, sur l'hémisphère austral, si le navire se comporte bien par une grosse mer, il est possible de fuir le centre et le cyclone lui-même, vent arrière, par la voie la plus courte, perpendiculairement à sa trajectoire. La tempête est toujours redoutable, mais elle est *maniable*. Si cependant la violence du vent, l'état de la mer et la faiblesse du navire forçaient de cesser la fuite, il ne faudrait pas hésiter à virer de bord et à mettre sud le cap tribord amures (le vent par le côté droit). Le navire semble se diriger alors vers le centre de l'ouragan, mais il ne fait pas de route; il évite ainsi d'être masqué par le vent et n'a plus à craindre les coups de mer par l'arrière, conséquences inévitables des amures à babord. Bientôt l'ouragan s'éloigne par son mouvement de translation, le beau temps revient et permet enfin de faire de la toile.

Dans le demi-cercle dangereux, si l'on n'est pas forcé de mettre sur le cap, ce qui serait d'ordinaire le parti le plus prudent, il faut, pour s'éloigner du centre, faire autant de toile que possible, au plus près, babord amures (en recevant le vent par le côté gauche).

Les mêmes règles s'appliquent à l'hémisphère nord, à

la condition de remplacer partout babord par tribord, et réciproquement.

Telles sont, dit M. Faye, en terminant cette partie de sa Notice, les règles pratiques qui guident les marins et ne les laissent pas désarmés en face de ces redoutables phénomènes. S'il a bien jugé la distance et la direction, l'homme de mer parvient à glisser entre les griffes du monstre.

Le paragraphe concernant les critiques élevées contre la loi des tempêtes contient des aperçus très-intéressants et une discussion très-rationnelle des deux théories de la gyration et des ouragans d'aspiration. M. Faye se prononce en faveur de la première.

La seconde partie de la Notice de M. Faye est consacrée à dissiper les idées fausses qui règnent sur les *trombes*, et qui en font un simple phénomène d'aspiration de l'eau de la mer par une force inconnue. En plein dix-neuvième siècle, de nombreuses relations attestent qu'on a vu des trombes aspirer de hautes colonnes d'eau de mer et les élever jusqu'aux nues. Ce sont les apparences trompeuses qui ont fait penser que les *tornados*, *typhons*, etc., sont de simples phénomènes d'aspiration de l'eau de la mer. Il n'en est rien cependant.

« Croire qu'une trombe peut pomper l'eau de la mer à cinq cents ou six cents mètres de hauteur, alors que la force la plus puissante ne peut lui faire dépasser une dizaine de mètres : admettre qu'un canal formé de vapeurs légères constitue un tuyau dont les parois résisteront à ces énormes charges ; engouffrer dans les nuages des torrents d'eau de mer, alors que les nuages ne peuvent retenir de simples gouttes de pluie, cela n'est guère dans les habitudes des hommes de science, et ne peut s'expliquer que par la puissance d'un vieux préjugé continuellement rajeuni et renforcé, grâce au témoignage persistant de spectateurs déjà prévenus. »

Nous ne suivrons pas M. Faye dans cette seconde partie de sa Notice, qui renferme une étude approfondie des

phénomènes de trombes ou *tornados*. Nous avons voulu appeler l'attention sur la *loi des tempêtes*, dont la connaissance est d'une si grande importance pour les navigateurs, et dont M. Faye est un partisan déclaré.

M. Faye fait remarquer que la *loi des tempêtes*, telle que l'a formulée Piddington, n'est qu'une approximation comme les lois astronomiques de Keppler. Les lois de Keppler seraient rigoureuses si l'on pouvait faire abstraction des actions des planètes les unes sur les autres et sur le soleil; mais, ces actions n'étant pas négligeables, ces belles lois ne sont pas l'expression exacte de la vérité. Il en est de même pour la loi des tempêtes : elle serait toujours exacte si les courants de l'atmosphère n'éprouvaient jamais d'action pertubatrice; mais comme elle ne tient pas compte de ces actions, et ne donne pas les moyens de les prévoir ou du moins d'en apprécier l'effet, on ne doit pas toujours l'appliquer les yeux fermés.

6

Nouvelles cartes de météorologie nautique, donnant à la fois la direction et l'intensité des vents, par M. Brault.

Dans un travail commencé depuis 1869, M. Brault s'est proposé de vérifier et compléter les études du capitaine Maury sur le régime des vents. Mais il a voulu aussi donner à la France des cartes de navigation plus complètes que toutes celles connues jusqu'à ce jour.

Pour atteindre ce but, M. Brault a étudié la loi de la direction probable des vents, ainsi que les lois de leur intensité et de leur succession probable, qui avaient été négligées jusqu'ici.

20 000 journaux de bord ont été dépouillés par l'auteur, qui a construit 16 cartes, embrassant la surface des mers par trimestres et par carrés de 5 degrés.

Les *Cartes de l'Atlantique Nord* ont été dressées avec 289 896 observations de direction et 289 896 observations d'intensité. Plus de 200 000 observations de succession ont été classées.

Ces cartes ont un but à la fois pratique et théorique. Le but pratique est de fournir de nouveaux éléments à la solution du problème des itinéraires maritimes. Quant au but théorique, l'auteur l'expose en rappelant quelques faits importants.

1° Ces cartes prouvent clairement qu'en juillet, août et septembre il existe un centre de grand mouvement atmosphérique situé entre 35 et 40 degrés latitude Nord et 32 à 37 degrés longitude Ouest.

2° En considérant les vents alizés, on voit que tout se passe comme s'il y avait deux immenses cheminées d'aspiration au Sahara et au golfe du Mexique, qui sont, comme on le sait, deux maximums thermiques. La continuité des vents est telle, sur la carte, qu'on est tenté de croire que ces deux grands centres d'aspiration, provenant des vents alizés dits de N. E. et S. E., commandent la circulation des couches inférieures de l'atmosphère dans le bassin de l'Atlantique Nord.

3° Les calmes de cette mer, à l'équateur, sont resserrés entre 5 à 10 degrés latitude N. et 32 à 42 degrés longitude O.; en hiver, ils sont près de la côte d'Afrique.

Tout fait supposer qu'un centre de calmes existe à chaque instant sur l'équateur, lequel centre se déplace de manière à former une bande de calmes, sans que pour cela il existe une telle bande autour de la terre à l'équateur ou au tropique, ainsi que Maury le croyait.

M. Brault a aussi construit pour l'*océan Atlantique Sud*, avec plus de 230 000 observations, des cartes où la loi de l'intensité seule est mise en évidence.

Ces nouvelles cartes, combinées avec les seize cartes dont nous venons de parler, sont destinées à jeter un grand jour sur plusieurs questions, principalement sur la question des calmes.

L'auteur travaille, en outre, à deux grandes cartes qui représenteront, pour l'été et l'hiver, la circulation générale des couches inferieures de l'atmosphère à la surface des mers.

7

Sur les courants atmosphériques, par M. Maurice de Tastes.

Les fluctuations atmosphériques sont la cause sensible des changements brusques de température qui arrivent dans une localité quelconque. Les mouvements de l'atmosphère, en un mot, sont la grande affaire pour les météorologistes et les physiciens qui s'occupent, non-seulement des lois de la physique du globe, mais encore de la question toujours renaissante de la prévision du temps. C'est à ce titre que nous croyons utile de donner un résumé du travail de M. Meurice de Tastes concernant les courants atmosphériques.

L'action solaire et le mouvement de rotation de la Terre déterminent dans l'atmosphère une circulation continue entre les régions équatoriales et celles situées sous les latitudes élevées; mais l'air des régions circompolaires ne participe pas à cette circulation. Cet air repose sur des surfaces éternellement glacées, à peine tempérées par les rayons très-inclinés du soleil durant le court été polaire, quand ces rayons ne sont pas obscurcis par d'épaisses brumes.

En hiver, l'air de ces contrées arides est très-sec, dépouillé qu'il est de sa vapeur d'eau par un froid excessif, cette vapeur prenant alors la forme de fines aiguilles de glace. Le calme de cet air n'est interrompu que par quelques perturbations locales, qui durent peu. C'est pour cela que la zone aérienne qui enveloppe le pôle, se désigne sous le nom de *région des calmes polaires*.

Cette zone a un contour irrégulier qui est constam-

ment battu par des courants plus chauds dont il est une rive ou banquise aérienne, à contours indéterminés, à cause de la diffusion inévitable des masses d'air qui se trouvent dans des états différents de température et d'hygrométrie.

Un tirage équatorial aspire l'air des hautes latitudes, pour l'amener vers la ligne équinoxiale, ce qui donne naissance aux vents alizés. Ces alizés se retrouvent, à partir du trentième degré de latitude N., sous forme de vents de S. O. dans les régions inférieures de l'atmosphère. Ainsi, dans la zone tempérée, on a sur la surface terrestre les courants froids venant du N. E., et les courants chauds du S. O. Si la surface du sol était partout identique dans l'hémisphère boréal, ainsi qu'elle l'est dans la zone tempérée australe, presque entièrement maritime, ces courants se juxtaposeraient en formant des bandes alternatives, froides et chaudes, analogues à celles qu'on observe dans les eaux de l'Océan, vers le Spitzberg. C'est ce qui a lieu aussi, partiellement, sur l'océan Pacifique boréal. Mais cet état de choses est profondément modifié par la configuration des rivages de l'Atlantique; les eaux de cette mer sont transportées de l'est à l'ouest par les alizés. Ce courant est partagé en deux branches inégales par le continent sud-américain; il porte la plus grande partie de ses eaux vers la barrière formée par l'Amérique centrale. Cette énorme masse d'eau se trouvant comprimée dans le golfe du Mexique, s'élance par les étroites passes de l'archipel des Bahamas, ayant acquis une force suffisante pour s'étendre jusqu'aux rivages norvégiens.

Les courants aériens de retour se rassemblent sur ce lit d'eaux tièdes, pour former l'immense fleuve appelé *courant équatorial*. Ce courant vient visiter la région des calmes polaires qui forment sa rive gauche; les bourrasques dont il est tourmenté ont un sens invariable, conséquence mécanique du frottement qu'il exerce contre l'air qu'il touche. Son retour en Europe est précédé de

sa visite en Finlande et dans la Russie du Nord dont il alimente les grands lacs. Sous le nom de courant polaire il revient dans l'Europe orientale, pour rejoindre dans l'Afrique centrale la région des vents alizés. Il se réchauffe en marchant vers le sud en s'éloignant toujours de son point de saturation; de là, les vents secs du N. O. et du N E. qui règnent dans l'Archipel, en Asie Mineure et en Égypte.

Ce vaste circuit circonscrit un espace plus ou moins étendu où règnent les calmes, les hautes pressions, les temps sereins, et où les mouvements de l'air ne sont dus qu'à des causes locales, au premier rang desquelles il faut placer l'inégalité de température des jours et des nuits. C'est ainsi que se produisent les brises de terre et de mer, les courants alternatifs ascendants et descendants le long des flancs des montagnes, phénomènes qui s'effacent entièrement lorsque la contrée où ils se produisaient passe sous le régime des grands courants généraux et est placée sur le trajet du courant équatorial direct et sur celui de la branche de retour.

Un courant aérien si bien accentué ne saurait être favorisé par la grande étendue du Pacifique. Un transport des eaux vers l'ouest y est déterminé par les alizés comme dans l'océan Atlantique; ce courant se compose de deux branches parallèles, au nord et au sud de l'équateur, séparées par une zone traversée par un contre-courant qui ramène les eaux vers l'est. Dans le groupe des îles Philippines, la branche nord du courant marin rencontre une barrière qui le divise en deux portions inégales; l'une rebrousse chemin pour alimenter le contre-courant, tandis que l'autre continue à l'est, au milieu du bras de mer séparant Luçon de Formose. En ce dernier point, une notable partie s'infléchit, se dirigeant au nord, longeant les îles japonaises et répandant des eaux chaudes de l'équateur vers les hautes latitudes. Une branche assez faible dérive dans le détroit de Behring; la branche principale redescend le long de l'Orégon et de la Califor-

nie, et rejoint la branche équatoriale pour compléter un circuit bien inférieur à celui de l'Atlantique.

Cependant ce circuit occasionne dans l'air qui le recouvre un courant analogue au courant équatorial. Ce courant du S. O. s'infléchit dans l'est, au nord du Pacifique; il franchit facilement les Rocheuses du nord, devient courant dominant de N. O. dans l'Amérique septentrionale, alimente, en condensant les vapeurs du Pacifique, les vastes nappes d'eau douce de cette région et redescend à l'état de vent sec du nord la Louisiane, le Texas et le golfe du Mexique.

La région des calmes polaires est limitée par l'isotherme de cinq degrés, lequel circonscrit une surface qui est divisée en deux parties inégales, dont la plus grande est située du côté du Pacifique et l'autre vers l'Atlantique. Cette inégalité s'explique par la supériorité d'ampleur et la force d'impulsion du circuit aérien atlantique sur celui du Pacifique. Il en résulte la supériorité des températures moyennes de l'Europe sur les autres contrées de l'hémisphère nord, à égalité de latitude. Si les rôles sont intervertis, si le courant équatorial pacifique augmente d'intensité et si le circuit atlantique s'affaiblit, la zone des calmes polaires sera déplacée vers nous, la mer glaciale enverra ses banquises au sud, en rendant les côtes du Groenland de plus en plus inabordables, et on verra les expéditions comme celle de la *Germania*, dans l'été de 1868, échouer complétement.

Les caractères qui font de l'Europe une terre privilégiée, tendent à disparaître sous l'influence de la diminution d'intensité des courants équatoriaux marins et aériens. Nous sommes amenés peu à peu aux conditions ordinaires des pays situés aux mêmes latitudes. Le déplacement de la zone polaire, due à une activité exceptionnelle et momentanée des courants aériens du Pacifique, a pour conséquences des hivers rigoureux séparés d'un été sec et chaud, un printemps très-court, une température moyenne plus basse et une diminution de la

quantité annuelle de pluie. Les hivers en Amérique gagnent ainsi ce que perd l'Europe, attendu que la quantité annuelle de chaleur reçue sur notre hémisphère est sensiblement constante.

Le point capital est que la région des calmes polaires est soumise à des mouvements oscillatoires périodiques, autour d'une position d'équilibre moyenne entre les deux circuits aériens, qui la compriment en sens opposés. Il existe certainement une liaison intime entre ces mouvements et les variations dans l'intensité et les coordonnées magnétiques, ainsi qu'avec la fréquence ou la rareté des aurores boréales. Quant à la régularité et à la durée de ces périodes, ce sont des données que l'avenir se réserve.

L'étude attentive des allures de notre courant équatorial présente des moyens pratiques de constater ce qu'on pourrait appeler ses crues ou ses basses eaux. Les bourrasques qui parsèment son cours sont pour nous des points de repère, des espèces de bouées flottantes qui nous permettent de suivre et de déterminer son cours.

8

Nouvelle théorie de la formation de la grêle, par M. Faye.

M. Faye a proposé une nouvelle théorie de la grêle, qui a fait une excellente impression dans le monde savant. La théorie physique expliquant l'origine de la grêle et la formation des grêlons est encore enveloppée de beaucoup d'obscurité. Posé depuis bien longtemps, le problème n'est pas encore résolu. On n'a même pas une idée vague sur la manière dont se produit le phénomène. La théorie de Volta n'est qu'une conception ingénieuse qui n'a aucun rapport avec la réalité. Volta suppose l'existence de deux nuages électrisés en sens contraire et entre lesquels de petits grêlons exécuteraient

une espèce de danse de pantins. Si, dans ce mouvement alternatif entre les deux nuages, l'action électrique vient à cesser, les grêlons se précipitent sur le sol. Cette théorie ne supporte pas l'examen.

Ce qui est bien établi, c'est que les nuages porteurs de grêlons, au lieu de se former localement, dans quelques régions, sont toujours des phénomènes voyageurs.

Déjà, en 1780, à propos du grand orage qui s'étendit sur la France, la Belgique et la Hollande, en couvrant de grêle ces deux derniers pays, et en produisant des dégâts que l'on estima, pour notre pays, à 23 millions de francs, les vues des météorologistes, ainsi qu'on peut le voir dans les mémoires scientifiques de cette époque, se portèrent sérieusement sur l'explication de ce phénomène, c'est-à-dire sur le fait de la translation des nuages porteurs de la grêle. M. Faye développe, comme on va le voir, cette idée, et en fait la base de son raisonnement.

Trois points, dit M. Faye, se distinguent dans la formation de la grêle : 1° le mouvement de translation de tous les nuages à grêle, mouvement très-rapide, qui est analogue à celui d'un train de chemin de fer à grande vitesse et qui va aussi vite qu'un pigeon voyageur, car il parcourt 20 mètres par seconde. On peut même citer un orage qui éclata dans l'ouest de la France et qui parcourut 90 lieues en quatre heures et demie.

2° Ce fait anormal, que la température si basse nécessaire à la formation de la grêle se produit à une hauteur de 200 à 1400 mètres seulement dans l'atmosphère.

3° Cet autre fait, que les nuages à grêle sont chargés d'électricité, tandis qu'en temps ordinaire ils n'en montrent pas la moindre trace.

Ces trois problèmes se résolvent dans leur ensemble, dit M. Faye, assez facilement, tandis qu'une des trois questions précédentes, posée seule, est d'une solution difficile.

Les régions supérieures, vers 1200 mètres d'altitude,

sont celles des courants de *cirrus* ou nuages de glace; c'est là que résident le froid, la force et l'électricité.

Gay-Lussac a trouvé, dans l'une de ses mémorables ascensions aérostatiques, que l'électricité va en augmentant, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Cette loi générale de la tension électrique, qui est nulle en bas, atteint un maximum peut-être bien au-dessus de la couche de 1200 mètres. Ainsi le globe terrestre est entouré d'une atmosphère de tension électrique, dont de la Rive a tiré parti pour l'explication des aurores polaires.

Il faut donc trouver de la force, du froid et de l'électricité pour expliquer les phénomènes orageux accompagnés de grêle. Comment ces trois éléments peuvent-ils pénétrer des hauteurs de l'atmosphère jusqu'en bas?

Il n'y a qu'une seule solution de cette question, un seul genre de mouvement qui puisse faire descendre verticalement les nuages supérieurs dans les couches inférieures, ce sont les mouvements tournants ou gyratoires, en d'autres termes ces *tourbillons* sur lesquels M. Faye a tant insisté dans plusieurs de ses mémoires, ces mouvements à axe vertical qui se produisent en haut et descendent dans les parties inférieures du sol. Il est bon de rappeler à ce sujet que, dans leur ascension aérostatique, MM. Barral et Bixio trouvèrent, à 8000 mètres de hauteur, des glaçons dont la température n'était pas moindre de 39 degrés au-dessous de zéro.

Les *tourbillons* dont on vient de parler ont une intensité de gyration assez grande pour laisser descendre les nuages jusqu'à une faible hauteur de l'atmosphère, ou même jusqu'à la surface du sol. Alors apparaissent les trombes ou *tornados*. Mais le plus souvent ces phénomènes n'ont pas une intensité aussi grande; ils s'arrêtent à 1200 mètres de hauteur, en agissant sur les couches nuageuses de ces régions.

Les *cirrus* se montrent d'abord en temps d'orage, et leurs fines aiguilles de glace sont entraînées. La condensation de la vapeur d'eau s'effectue par le froid; les

aiguilles de glace s'agglomèrent en petits morceaux, sous forme de petits noyaux opaques serrés comme la neige. Dans leur mouvement gyratoire, elles rencontrent des nuages chargés de vésicules; elles condensent l'eau de ces nuages, qui se congèle en une pellicule translucide. Plus tard, si la rencontre d'autres aiguilles a lieu, il se produira une enveloppe opaque, et si dans d'autres régions elles trouvent de l'eau vésiculaire, une nouvelle couche d'eau congelée se formera et constituera des grêlons.

Ce n'est pas le froid de ce point de l'atmosphère qui donne les gros grêlons; le travail de congélation est dû, dit M. Faye, à la très-basse température qui règne dans les circuits tourbillonnaires. Le phénomène de gyration vient-il à cesser, ou bien les glaçons sont-ils assez gros, alors ils tombent des nuages sur le sol. Mais la gyration continuant et voyageant avec les courants supérieurs de l'air, les terrains situés sur le passage de l'orage sont ravagés. En même temps, les phénomènes électriques se produisent et les éclairs se multiplient à mesure que l'électricité des régions supérieures descend dans les nuages à grêle.

Ces idées ne sont pas seulement théoriques. Il est sans doute difficile d'observer directemant ces phénomènes; il existe cependant une observation relative à ce genre de météores. Elle a été faite le 2 août 1835 par Lecoq, correspondant de l'Académie des sciences. Si on n'a tenu aucun compte de la relation de ce physicien, c'est qu'à l'époque où Lecoq observait sur le Puy-de-Dôme, on ne soupçonnait pas encore le rôle des mouvements gyratoires en météorologie. Sa relation se comprend aujourd'hui, et si elle présente quelque obscurité quant à la direction des vents, cela tient à ce que Lecoq appréciait avec les notions de son temps une partie du spectacle étrange qui se passa sous ses yeux.

« Je voyais de loin, écrit Lecoq, la grêle se précipiter des

nuages inférieurs et tomber sur le sol. Je la vis distinctement à cinquante mètres du sommet du Puy-de-Dôme et en face de moi. Le nuage qui la laissait épancher avait les bords dentelés et offrait dans ses bords mêmes un mouvement de tourbillonnement qu'il est difficile de décrire. Il semblait que chaque grêlon fût chassé par une répulsion électrique; les uns s'échappaient par dessous, les autres en sortaient par dessus. Enfin, ils partaient dans tous les sens ... Après cinq à six minutes de cette agitation extraordinaire, à laquelle les bords antérieurs des nuages semblaient seuls participer, la grêle cessa, l'ordre se rétablit, et le nuage à grêle qui n'avait pas cessé de s'avancer très-vite, continua sa route vers le nord, laissant apercevoir dans le lointain quelques traînées de pluie qui arrivaient à peine sur le sol et paraissaient se dissoudre dans la couche inférieure de l'atmosphère. »

Malgré un éclair très-vif, M. Lecoq persista dans son observation; il resta pendant cinq minutes enveloppé dans un nouveau nuage à grêle.

« Les grêlons étaient nombreux, et les plus gros atteignaient à peine le volume d'une noisette; ils étaient formés de couches concentriques plus ou moins transparentes, arrondies ou légèrement ovales. Ils étaient tous animés d'une vitesse horizontale.... Un grand nombre vint me frapper sans me faire le moindre mal, puis ils tombaient aussitôt qu'ils m'avaient touché. La majeure partie du nuage passa au-dessus de ma tête, et j'entendis distinctement le sifflement des grêlons ou plutôt un bruit confus, formé d'une infinité de bruits partiels que je ne pouvais attribuer qu'au frottement de chaque grêlon contre l'air. Le nuage qui passa au-dessus de ma tête et dans lequel la grêle était toute formée, ne la laissa échapper qu'une demi-lieue au delà du point où je me trouvais.... »

L'explication de la grêle par le phénomène des tourbillons atmosphériques donnée par M. Faye est originale et intéressante. Elle prendra place parmi les nombreuses théories physiques de ce phénomène, et pourra représenter sa véritable théorie physique, si des observations directes, ce qui n'est malheureusement pas facile, viennent la confirmer.

9

Nouvelle théorie de la formation des nuages, par M. A. Hureau de Villeneuve.

Le voyage aérostatique dans lequel Crocé-Spinelli et Sivel ont perdu la vie, est loin d'avoir été inutile à la science. Le travail que nous allons résumer en est une preuve.

Les deux lois suivantes, formulées par M. Hureau de Villeneuve, ressortent des observations faites en ballon par Crocé-Spinelli et Sivel, dans l'ascension qui leur fut fatale :

1° Quand le ciel est couvert de *nimbus* ou de *cumulus*, toujours on rencontre dans l'air des vents marchant, soit en sens contraire, soit en se croisant sous des angles variables, soit à peu près dans le même sens, mais avec des vitesses très-différentes, et ces vents ont des températures et des degrés de saturation différents.

2° Lorsque le ciel est sans nuages ou ne montre que des *cirrus*, on trouve dans toute son altitude un vent marchant dans le même sens ou des vents ayant sensiblement la même température et le même degré de saturation.

Le capitaine Basil-Hall a observé la superposition des vents au pic de Ténériffe. Il vit, en ce point, l'alizé soufflant toute l'année au bas de la montagne, tandis que, séparé par une nappe de nuages, le contre-alizé soufflait au sommet. Dans nos climats rien de pareil n'avait été constaté.

Deux cas se présentent, en conséquence, où l'on peut prédire, à terre, la direction du vent dans les couches élevéès, en dessous des cirrus.

Si l'atmosphère est nuageuse, il existe au-dessus des nimbus et des cumulus un vent dont la direction et le

degré de chaleur sont différents de ceux du vent de terre. Si, à travers les interstices des cumulus on voit des cirrus, on peut connaître la direction du vent dans les hautes régions de l'air. L'atmosphère est-elle pure, ou bien ne contient-elle que des cirrus, il y a de grandes probabilités pour l'existence d'un même vent jusqu'à la région des cirrus, laquelle n'a pas encore été atteinte.

Pour apprécier la portée des observations sur la formation des nuages faites par les deux savants dont nous avons rappelé la perte, il est utile de mentionner quelques faits, non expliqués jusqu'ici.

Les courants d'air qui passent au-dessus de la mer se chargent de vapeur d'eau; ces mêmes courants dessèchent lorsqu'ils passent au-dessus des terres. On ignore comment l'humidité de l'air se condense en gouttelettes nommées à tort *vésiculaires*. On ignore encore comment ces gouttelettes restent en suspension dans l'air, puisque leur densité est plus grande que celle du milieu gazeux dans lequel elles flottent.

Or voici, d'après M. Hureau de Villeneuve, comment on pourrait expliquer ces phénomènes. En considérant deux courants d'air qui se croisent en passant l'un sur l'autre, il faut savoir que l'un est presque toujours plus chaud et plus sec que l'autre. La condensation s'opère donc dans le courant chaud, et sa vapeur prend l'état visible de gouttelettes et tombe d'abord lentement. Si le courant inférieur est loin d'être saturé, les gouttelettes se dissolvent de nouveau, et redeviennent invisibles. Si, au contraire, le courant inférieur est voisin de son point de saturation, les gouttelettes, ne pouvant se dissoudre, tombent en pluie sur le sol.

Ainsi, un nuage est continuellement en voie de transformation. Son épaisseur dépend de deux causes : 1° la différence entre les températures et les degrés de saturation des deux nuages superposés; 2° la vitesse relative de l'un sur l'autre.

Rarement il arrive que deux courants contraires ne produisent pas de nuages par leur contact ; cela ne peut arriver que lorsqu'ils sont également éloignés du point de saturation.

Il est bon de noter que divers aéronautes ont observé jusqu'à quatre courants superposés, soufflant en sens différents. Dans ces circonstances, la pluie se forme facilement. Il est clair, en effet, que l'air contenant de la vapeur invisible se laisse facilement traverser par la chaleur, tandis que celui contenant de la vapeur condensée ne livre pas aisément passage au calorique. Les nuages supérieurs forment alors un écran vers le soleil, et empêchent l'évaporation des nuages inférieurs.

Cette manière d'expliquer les faits nous paraît claire, simple et rationnelle.

10

Les températures extrêmes observées sur le globe.

C'est le 21 janvier 1873, à Iakoutsk, dans la Sibérie orientale, que l'on a constaté, dit M. Chavanne, la plus basse température que notre globe ait subie. Ce jour-là, un marchand russe, Severow, constata — 59°,50. Un médecin-major, Middendorf, a même affirmé avoir noté un jour un froid de — 63° dans cette même Sibérie, où le mercure reste souvent gelé pendant des mois.

« Alors, dit M. Middendorf, le voyageur sibérien, le mercure, devenu métal, se travaille au marteau comme le plomb, le fer devient cassant, les haches se brisent comme du verre quand on veut s'en servir ; le bois refuse de se laisser couper ; il semble que le feu lui-même gèle, car les gaz qui l'alimentent perdent de leur chaleur. » Dans l'hiver de 1819-1820, toujours en Sibérie, on ne pouvait sortir sans masque, sous peine de perdre le nez ou les oreilles.

Ce n'est pas sous l'équateur que sont les chaleurs extrêmes. Les *fours* de la terre sont le nord et l'est du Sahara, le pied de l'Himalaya, la vallée du Gange sacré, les steppes sans fin de l'Afghanistan et de la Boukarie : les maxima observés ont été de 55 degrés à l'ombre, de 70 degrés au soleil. *Pourquoi*, dit le dicton afghan, *as-tu créé l'enfer, Allah? N'avais-tu pas déjà créé Ghaznan?*

Entre la température extrême en plein soleil et l'extrême froid, la distance est de 125 à 130 degrés. Or l'homme, la science aidant, supporte également ces deux extrêmes.

11

Existence des corpuscules ferrugineux et magnétiques dans les poussières atmosphériques, par M. G. Tissandier.

M. Gaston Tissandier continue les expériences intéressantes qu'il a commencées en 1874 sur la composition de la nature des poussières qui flottent dans l'air.

Pour recueillir les poussières atmosphériques, M. Gaston Tissandier se sert d'un aspirateur à eau. Il fait passer l'air, bulle à bulle, dans un tube à boules de Liebig, lequel contient de l'eau pure, ensuite à travers un tube en U renfermant un tampon de coton-poudre. On connaît le volume de l'air aspiré, en jaugeant l'aspirateur. Quant aux poussières, elles restent dans l'eau distillée, et on peut en prendre le poids.

Voici les résultats obtenus par M. Gaston Tissandier dans l'examen des poussières atmosphériques qu'il a fait cette année.

Un grand nombre de corpuscules aériens sont attirés par l'aimant. Il y a des fragments grisâtres, amorphes, de un dixième à un vingtième de millimètre. D'autres particules sont noires et opaques, mamelonnées et beau-

coup plus petites. Des particules fibreuses de même grandeur et d'autres noires et opaques sont parfaitement sphériques et ont deux centièmes à un centième de millimètre de diamètre. On y trouve enfin des corpuscules sphériques semblables, munis d'un petit goulot.

Les parcelles attirables à l'aimant sont essentiellement formées de fer; leur petite masse n'a pas permis d'y rechercher le nickel et le cobalt. On a trouvé ces corpuscules au Col des Fours, à 2710 mètres d'altitude, dans les sédiments provenant de pluies recueillies pendant plusieurs mois, à Sainte-Marie-du-Mont (Manche), au milieu de vastes herbages et non loin du voisinage de la mer.

M. Tissandier pose en principe que les corpuscules mamelonnés ou globulaires, qui composent les poussières atmosphériques n'ont pas une provenance terrestre, et qu'ils sont constitués par de l'oxyde de fer magnétique, d'origine cosmique.

Les phénomènes des météorites et des étoiles filantes donnent, selon l'auteur, l'explication de l'existence de ces poussières métalliques dans l'air. En se brisant, ces météores font jaillir des parcelles incandescentes de fer métallique. Les plus petits de ces débris sont entraînés par les courants d'air et tombent sous forme d'oxyde de fer magnétique, plus ou moins complétement fondu. La traînée lumineuse des étoiles filantes serait due à la combustion de ces innombrables particules de fer qui, en s'oxydant par l'oxygène de l'air, offrent l'aspect des étincelles de feu qui jaillissent d'un ruban de fer brûlant dans l'oxygène.

Pour justifier cette hypothèse, M. Tissandier a fait tomber à travers une flamme de gaz hydrogène de la limaille de fer extrêmement fine. La flamme brûle alors avec éclat, et la limaille ainsi brûlée laisse échapper de petits globules sphériques, des sphères munies de petits goulots, des globules allongés à la façon des larmes bataviques, ou des masses mamelonnées et fibreuses incom-

plétement fondues. La poussière tombant d'un briquet à pierre présente des globules tout semblables. Enfin, si l'on examine les globules d'oxyde de fer magnétique provenant d'un gros fil de fer brûlant dans l'oxygène, on trouve que ces globules sont petits et très-nombreux. Ceux que l'on fait tomber dans de l'eau sont presque tous sphériques.

M. Gaston Tissandier émet, on le voit, une hypothèse assez hardie. Il est difficile de la discuter. Aussi l'auteur ferait-il bien, en raison de l'intérêt même que présente sa théorie, de chercher à l'étayer d'un plus grand nombre de preuves.

12

Météore lumineux observé à Paris le 10 février 1875.

Les personnes qui, à Paris, examinaient le ciel, vers six heures, dans la soirée du 10 février 1875, purent voir un singulier météore du côté S. O. (sommet de Meudon). C'était une sorte de tire-bouchon de feu, disposé verticalement, mais dans des régions très-basses, et pouvant appartenir à la catégorie des bolides ; car plusieurs habitants de ces localités affirment l'avoir entendu éclater. Ce météore est resté visible pendant une vingtaine de minutes.

M. Chapelas a vu le phénomène. Ce n'était pas un bolide, dit-il, mais uniquement l'effet des rayons du soleil couché sur les bords frangés d'un nuage dépassant l'horizon de dix degrés environ. Ce trait lumineux ainsi produit, et qui demeura visible pendant une vingtaine de minutes, prenait une teinte rouge d'autant plus accentuée que l'écran de vapeurs interposées entre lui et l'observateur augmentait d'épaisseur. M. Chapelas ajoute pourtant qu'il ne prétend pas qu'aucun bolide ait pu être observé dans la même soirée et à la même heure.

S'il faut en croire une observation de Legouzac (Cha-

rente), communiquée par M. Dumay, vers cinq heures quarante-cinq minutes, par un temps froid et nuageux, un globe de feu lui aurait apparu ainsi qu'à plusieurs autres personnes. Ce globe, dit-il, est tombé presque perpendiculairement dans le nord-ouest, faisant avec l'horizon un angle de quatre-vingt-cinq degrés environ et se dirigeant de droite à gauche. Ce météore a laissé derrière lui une traînée lumineuse d'une éclatante blancheur, qui a persisté dans les nuages pendant plus de dix minutes avec la même intensité. La teinte est ensuite devenue plus sombre et grisâtre. Les nuages en mouvement, malgré le calme apparent de l'atmosphère, ont brisé la ligne droite du sillon lumineux, en lui faisant prendre une ligne courbe. C'est probablement cette dernière phase du phénomène, ajoute M. Dumay, qu'a pu observer M. Chapelas.

On a observé ce météore à la Rochelle, dans la direction du sud-ouest, ce qui ferait tomber le *bolide*, ou dans l'île d'Oléron, ou entre cette île et le continent, ou en pleine mer.

De son côté, M. Martin de Brettes a fait, à propos de ce météore, quelques remarques importantes.

La singularité de la trajectoire apparente du bolide observé le 10 février 1875 a donné lieu à des discussions qui ont fait mettre en doute son apparition. Cette trajectoire était une courbe sinueuse, dont l'amplitude des sinuosités croissait à mesure qu'elle se rapprochait de l'horizon. Pour M. Martin de Brettes, le mouvement du bolide dans l'espace a été le résultat d'un mouvement relatif spiraloïde et du mouvement de translation. La trajectoire devait être une hélice conique, dont les spires allaient en croissant et avaient le même sens que la rotation initiale ou un sens contraire, selon les positions relatives des centres de pression et de gravité.

La perspective de cette hélice conique, ou la trajectoire apparente du bolide, est alors une courbe sinueuse dont les sinuosités croissent avec le temps.

Si la courbure de translation du centre de gravité était très-prononcée, la trajectoire de translation serait partagée en plusieurs arcs très-courbes, dont chacun donnerait une trajectoire partielle qui serait une hélice conique.

La courbe totale serait une hélice conique dont l'axe serait courbe, et sa perspective, ou trajectoire apparente, une courbe sinueuse dont l'axe serait généralement courbe. D'autres observations ont encore été faites sur ce météore, mais celles que nous venons de relater suffisent pour l'objet que nous avons en vue.

On peut conclure de ce qui précède qu'il ne faut pas se hâter de juger ces sortes d'apparitions. Voilà un observateur habile, M. Chapelas, qui voit dans le météore dont il s'agit un simple reflet des rayons solaires à travers des nuages; d'autres observateurs exercés ne doutent pas de l'apparition d'un bolide. En présence de ces assertions contradictoires, trois hypothèses sont possibles : ou M. Chapelas s'est trompé seul, ou les autres observateurs sont dans l'erreur, ou bien un bolide a paru exactement au même moment que le reflet solaire, en échappant à l'œil exercé de M. Chapelas.

Nous ne saurions nous prononcer entre ces hypothèses; mais nous en concluons que, pour ces sortes d'observations, les apparences peuvent être fort trompeuses.

13

Le typhon de Bude, en Hongrie.

A côté des désastres causés en France par les inondations, en 1875, nous avons à enregistrer une autre catastrophe qui, bien qu'ayant une cause différente, n'est pas moins déplorable, en raison des victimes qu'elle a faites et de l'imprévu qui l'a accompagnée. Nous voulons parler du désastre survenu à Bude, en Hongrie, et qui a coûté la vie à plus de deux cents personnes.

Un orage terrible éclatait le 26 juin au soir, à Pesth. Il produisit des dégats que l'on ne peut comparer qu'à ceux que laisse après lui le typhon des Indes. Les jours précédents, la chaleur avait été étouffante pendant toute la journée, le soleil fut brûlant et le ciel sans un seul nuage. Tout à coup, vers sept heures du soir, le ciel se couvre ; il tombe une averse d'énormes grêlons, plus gros que des œufs de pigeon ; plusieurs milliers de vitres sont brisées ; les récoltes sont hachées. A huit heures commence une pluie diluvienne, qui tombe sans interruption jusqu'à minuit. La ville de Pesth a relativement peu souffert ; mais à Bude, de l'autre côté du Danube, les désastres ont été navrants. Cette ville est entourée de tous côtés de hautes collines d'où les eaux du ciel s'élançaient en torrents vers les habitations. Elles s'engouffraient dans un canal qui traverse la ville, et qui est couvert en partie. Les pierres, arbres et poutres que charriaient ces torrents eurent bientôt bouché le canal, et ses eaux débordantes envahirent aussitôt les maisons voisines.

Alors eurent lieu des scènes de désolation semblables à celles que l'on a vues à Toulouse. Une trentaine de petites maisons d'ouvriers, légèrement construites, s'effondraient, écrasant les personnes qui n'avaient pu se sauver. Plusieurs autres, surprises dans les rues, se noyèrent. On estime à deux cents le nombre des victimes. Plus de cinq cents personnes furent plus ou moins grièvement blessées. Parmi les morts, on compte le baron Liothay, qui venait d'être récemment élu député de Bude.

Le lendemain, et malgré le retour de la chaleur, on voyait encore une couche de trente centimètres de grêlons non encore fondus. L'ouragan a aussi ajouté au désastre. Le vent était si terrible, qu'il soulevait des pierres du poids de cinquante kilogrammes, renversait des murailles et enlevait des toitures entières.

14

Chute de poussière météorique en Suède et en Norvége.

Un phénomène météorologique assez rare a été observé sur une partie de la Suède et de la Norvége, dans la nuit du 29 au 30 mai 1875. Un télégramme de M. Nordenskiold, de Stockholm, annonçait ainsi cette pluie d'un nouveau genre : « Poussière grise nitreuse, fibreuse, tombée avec neige ici le 30 mai 1875 ; quelques grammes ramassés. »

Un échantillon de la même poussière était recueilli par M. Kjerulf, professeur à Christiania.

Dans cette poussière très-fine, le microscope montrait des grains transparents, les uns incolores, les autres plus ou moins colorés en jaune brunâtre. La plupart étaient très-nettement striés et fibreux : c'étaient des fragments de pierre ponce. Ces grains n'avaient pas plus de deux dixièmes de millimètre dans leur plus grande dimension. Le barreau aimanté enlevait de petits grains de fer oxydé.

L'acide fluorhydrique mis en contact avec ces grains laisse un résidu très-faible, composé de cristaux où domine le pyroxène ; on y reconnaît aussi des cristaux feldspathiques et d'autres cristaux incolores.

Cette poussière est d'origine volcanique ; elle ressemble à certaines poussières ponceuses d'Islande, notamment à la ponce de Hrattimuhur. Elle peut donc provenir d'une éruption de cette île. Si cette hypothèse se confirme, cette pluie de poussière volcanique pourra être assimilée à d'autres dont l'Europe a déjà vu l'apparition. Tel est le *brouillard sec* de 1873, qui provenait de l'éruption d'un des volcans de l'Islande.

15

La météorite de Roda.

Le pierres tombées du ciel abondent; nos musées s'en garnissent. Parmi ces corps errants, ces petits astres souvent attirés par la terre, dans sa course annuelle autour du soleil, il en est de très-remarquables, en raison de leur composition chimique. Presque tous contiennent du fer à l'état métallique. M. Pisani, qui se livre avec succès à l'analyse de ces corps, en a rencontré deux échantillons seulement dans lesquels le fer métallique manquait. La pierre tombée dans la province de Huesca, près de Roda en Espagne, est l'une de ces météorites. L'examen fait par M. Pisani, sur un fragment pesant environ 200 grammes, montre que la pierre est recouverte d'une croûte noire, brillante aux endroits où cette espèce de vernis a coulé, par suite de la fusion qu'a déterminée l'élévation de température due à la vitesse du projectile dans l'air.

L'intérieur est d'un gris de cendre, avec des grains verdâtres disséminés dans toute la masse et ressemblant à du péridot. Ces grains forment par places de petits noyaux. La teinte grise n'est pas uniforme; elle se compose de deux zones, dont l'une est grise et l'autre gris jaunâtre. La matière de cette pierre est très-friable et n'a aucune action sur l'aiguille aimantée. Sa densité est de 3,37.

Elle se fond au chalumeau en une scorie noire très-légèrement magnétique. Son analyse a donné de la silice, de l'alumine, du manganèse, de l'oxyde de fer, de la chaux, des traces de potasse et de soude, d'oxyde de chrome et de soufre.

La plus grande partie de cette météorite se compose

de bronzite ou d'hypersthène, ce qui lui donne un intérêt tout particulier.

M. Daubrée a fait quelques remarques sur cette pierre. La nature très-friable de la pâte rappelle certaines roches volcaniques. Elle appartient plutôt à la bronzite qu'à l'hypersthène; car il n'y a pas de dichroïsme, l'angle droit est très-fréquent dans les contours des cristaux, les stries sont fines. Avec un fort grossissement on aperçoit dans les cristaux des inclusions nombreuses, à contours très-variés, quelquefois avec une forme cristalline. Leur disposition affecte celle de traînées rectilignes. Une substance brune, vitreuse, se trouve encore au milieu des cristaux; cette substance n'a aucune action sur la lumière polarisée, qui adhère aux cristaux. Cette dernière substance est criblée de bulles relativement grosses; elle ressemble à celle que l'on rencontre généralement dans les roches basaltiques. Le fer natif est absent; cette pierre se range donc dans la division des Asidères. Cependant elle en diffère notablement; c'est un nouveau type qu'on pourrait appeler *Rodite*, du lieu où s'est effectuée la chute.

D'un autre côté, la météorite de Roda se rapproche beaucoup de certaines roches terrestres, tant par son aspect que par sa composition; elle établit un nouveau lien entre les roches cosmiques et les roches appartenant au globe terrestre.

Malgré la ressemblance de cette pierre avec nos roches et sa différence avec les météorites, on ne saurait douter de son origine extra-terrestre, quand même on n'admettrait pas le témoignage de ceux qui ont affirmé avoir été témoins de sa chute. La croûte noire enveloppante et les bavures qu'elle forme sur le côté opposé à celui qui refoulait l'air dans sa course, lors de l'incandescence déterminée par l'entrée dans notre atmosphère, suffiraient pour attester cette origine cosmique.

16

Chute de deux pierres météoriques dans les États-Unis.

M. Lawrence Smith, de Louisville, a écrit que dans la soirée du 12 février 1875, vers dix heures trente minutes, par un ciel légèrement nuageux, un très-grand météore fut aperçu dans l'État de Yowa, aux États-Unis, et les contrées contiguës. On trouva des pierres provenant de cette apparition sur un espace de 4 à 5 milles de long sur un demi-mille de large ; leur poids total est de 150 kilogrammes. La vitesse du météore était d'environ 4 à 5 milles par seconde. Sa nature le rapproche beaucoup de la météorite d'Aumale, tombée en Algérie en 1865. La croûte est noire et assez mince. La couleur interne est grise avec beaucoup de parcelles de fer et de troïlite offrant un aspect uniforme.

Une autre météorite est tombée le 14 mai 1874, à deux heures trente minutes après-midi, près de Castralia, comté de Nash, dans la Caroline du Nord. Des explosions successives ont accompagné cette chute avec des bruits roulants qui durèrent quatre minutes. On pense qu'il est tombé au moins une douzaine de ces pierres. Leur chute s'est faite sur une étendue d'au moins 10 milles de long et 3 milles de large. Deux d'entre ces pierres pesaient, l'une $1^k,800$ et l'autre $5^k,500$. La variété de cette météorite est la plus commune, sa croûte est foncée et laisse la pierre à nu en certaines places.

17

Météorites du désert d'Atacama.

On a bien souvent à constater la chute de *météorites* ou *pierres tombées du ciel*. M. Daubrée, dans une

note publiée en 1875, en signalait plusieurs cas nouveaux.

M. Daubrée nous apprend qu'une pierre météorique a été trouvée à 20 lieues environ de la côte, dans le désert d'Atacama, près de Cachiyuyal, dans la Bolivie. Le poids de cette météorite, qui fut apportée entière à Santiago, était de 2550 grammes. Un morceau en a été envoyé au Muséum de Paris. La forme de ce fragment est très-irrégulière. Quelques parties de sa surface sont recouvertes d'une croûte noire. La masse de fer est très-malléable et tenace. Elle est composée, sur 100 parties :

Fer........	93,72		
Nikel......	4,81		
Cobalt.....	0,39		
Schreibertite	0,40	0,20	fer.
		0,12	nickel.
		0,085	phosphore.
Matière terreuses...	0,50	0,30	magnésie et chaux.
		0,20	silice.

Un fragment d'une météorite des environs de Méjillones a été détaché d'une masse de fer découverte récemment dans le désert d'Atacama, non loin de la baie de Méjillones, sur la côte bolivéenne du désert. Un morceau de cette pierre a aussi été envoyé au Muséum. C'est un fer très-malléable. L'analyse a donné :

Fer....................	95,4
Nickel....................	3,8
Cobalt....................	0,1
Schreibertite.............	0,9
	100,2

Ces deux météorites, trouvées à la fin de 1874, sont la quatrième et la cinquième que l'on ait trouvées dans le désert d'Atacama. Les autres pierres célestes découvertes

dans cette partie du littoral du continent américain sont les suivantes :

La plus anciennement connue s'appelle *fer d'Atacama*, dont les grands musées européens possèdent des fragments.

La seconde météorite se nomme *aérolithe de Chaco*, parce que le mineur qui en apporta quelques morceaux décrivit vaguement le lieu où il les rencontra. On sait, à présent, que cette pierre provient de la *Quebrada* (ravin) de Vaca-Muerta, à 12 lieues de la petite baie de Guavilla. On en a recueilli plus de 2 quintaux métriques.

Citons enfin la grande masse holosidère, ressemblant à celle de Cachiyuyal, trouvée, en 1867, entre le Rio-Juncal et Rio de Padernal. Elle a été donnée par le Chili au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

18

Sur deux orages de grêle, observés le 7 et le 8 juillet dans quelques parties de la Suisse et du midi de la France, par M. Colladon.

M. Daniel Colladon, de Genève, a adressé à l'Académie des sciences le résumé d'observations faites sur deux orages de grêle, très-semblables, quoique entièrement distincts, qui ont frappé, le premier, dans la nuit du 7 au 8 juillet 1875, les bords de la Saône, le département de l'Ain, le canton de Genève, le nord de la Haute-Savoie, et quelques communes du bas Valais; le second, de midi à trois heures quinze minutes du soir, le 8 juillet, le département de la Savoie, quelques communes centrales de la Haute-Savoie et une partie du Valais.

Ces orages ont présenté dans leurs principaux détails et dans leur marche des analogies remarquables.

1° La vitesse de leur marche, dans le sens de la longueur de ces zones, a été à fort peu près égale, 45 à 50 kilomètres à l'heure.

2° Dans ces deux journées, du 7 et du 8, la grosseur des grêlons et peut-être leur forme paraissent avoir été à peu près les mêmes. Dans toutes les citations, ils ont été comparés, pour ces deux zones, à de grosses noix, à des œufs de pigeon ou de poule, à des citrons, etc. On en a recueilli, presque partout, qui avaient plus de 50 millimètres de grand diamètre, et, en quelques endroits, de plus gros, de 70, 80 et même 90 millimètres de grand diamètre.

Presque tous étaient formés de plusieurs couches concentriques, 6, 8 et même 10, alternativement opaques et transparentes.

Dans l'orage du 7, la plupart des gros grêlons étaient remarquablement réguliers; quelques-uns, aplatis, quoique bien entiers, avaient la forme d'une montre de poche ou d'une tranche de citron.

3° Un autre point commun aux deux orages était la grande élévation du groupe de nuages où s'engendrait la grêle; en effet, le groupe d'où partaient les éclairs et la grêle a cheminé, dans les deux journées du 7 et du 8, selon une direction constante, et a passé au-dessus de diverses crêtes de montagnes, élevées de 1000 à 2000 mètres, sans les toucher et sans subir de déviation.

4° Les phénomènes électriques étaient, dans les deux journées, d'une intensité exceptionnelle; le groupe de nuages d'où tombait la grêle le 7 juillet a été, pendant plus de trois heures et demie, le siége d'éclairs qui se succédaient, sans interruption, à des intervalles de moins d'une demi-seconde. Partout où cet orage a passé on a comparé la lueur de ses éclairs à celle d'un immense incendie, tant la clarté paraissait permanente. Le sol, les objets placés à sa surface et la colonne de grêle surtout étaient phosphorescents.

La grêle a été suivie d'une très-forte odeur d'ozone, et les objets en fer ou en fonte sur lesquels ont séjourné les grêlons ont été profondément oxydés.

5° Malgré ce nombre prodigieux d'éclairs successifs,

on n'a pu constater, que je sache, aucune chute de foudre sur le passage de cette colonne. En France et en Suisse, le nuage principal n'émettait pas d'éclairs suivis de détonations violentes ; ces éclairs étaient muets, selon l'expression assez caractéristique de nombreux témoins.

On observe quelquefois, dans nos latitudes, après de très-fortes chaleurs, des orages électriques d'une énergie exceptionnelle, pendant lesquels les traits de feu des éclairs diffèrent de leur apparence ordinaire. Chaque sillon de la foudre semble dessiner alors quelque figure bizarre. Au lieu des longues lignes avec les zigzags traditionnels, le sillon de l'éclair se projette à l'œil sous l'apparence de circuits en lignes courbes, ouvertes ou fermées, ou bien il figure des arabesques des formes les plus variées ; d'autres fois enfin, il se bifurque en plusieurs traits fourchus, à courtes branches, et donne naissance à des éclairs arborescents.

Ces divers éclairs se montrent dans toutes les parties, mais surtout à mi-hauteur, d'un ensemble de nuages élevés, que des lueurs incessantes semblent parcourir d'une manière discontinue, chaque éclair étant composé de plusieurs lueurs successives.

Tous ces caractères existaient d'une manière frappante dans l'orage du 7 juillet.

La haute nuée, en apparence continue, qui versait sans interruption une épaisse colonne de grêlons, ne s'illuminait presque jamais en entier par un seul éclair. Les lueurs paraissaient restreintes, saccadées ; leur rapide succession imitait assez bien des séries de cascades lumineuses, dans l'intérieur de ce groupe, dont chaque partie s'illuminait, comme à tour de rôle, à des intervalles variant approximativement de $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde.

Je dois insister sur l'importance de ce fait : on peut en conclure, sans hésitation, que certaines nuées orageuses, lors même qu'elles paraissent former un tout dense et continu, sont, en réalité, des groupes formés de portions

bien distinctes et isolées les unes des autres, quant à leur état électrique.

On peut admettre que ces portions de nuées, composées, les unes de gouttes d'eau glacée à l'état liquide, les autres d'aiguilles de neige ou de grains de grésil, se trouvent séparées et isolées les unes des autres par de larges couches d'air sec et froid, appelées de l'atmosphère supérieure par la dépression continue que produit nécessairement, dans l'intérieur du groupe entier, la chute d'une immense quantité de grêlons.

« En résumé, dit M. Colladon, ces grandes nuées fortement électrisées, d'où s'échappe parfois la grêle, ne sont pas un seul et même corps conducteur chargé d'électricité. Ce n'est pas non plus, comme l'ont supposé Volta et d'autres physiciens, un composé de deux vastes nuages, placés l'un au-dessus de l'autre à une assez grande distance, et entre lesquels les grêlons montent et descendent.

« Ces groupes orageux se composent, en réalité, d'un grand nombre de centres électriques, assez rapprochés, quoique bien distincts, et pouvant être assemblés de plusieurs manières variables.

« La théorie de la formation de la grêle devient alors beaucoup moins problématique; les grêlons sont ballottés et attirés vers un de ces centres, puis vers un autre, par l'effet de leur énorme tension positive ou négative; dans ces oscillations successives, les grêlons s'enveloppent alternativement de gouttes d'eau glacée, ou d'aiguilles de glace et de grésil. La vitesse de l'oscillation doit se ralentir à mesure que les grêlons grossissent et acquièrent plus de masse, ce qui rend assez bien compte de l'épaisseur croissante du centre à la circonférence des couches successives qui entourent le grain de grésil placé au centre du grêlon.

« En outre, on peut concevoir que, pendant que les grêlons sont ainsi suspendus au sein des nuages et fortement électrisés, plusieurs d'entre eux, pourvus de protubérances, doivent prendre un mouvement gyratoire comme le feraient des tourniquets électriques; ils grossissent plus rapidement dans le sens du rayon de rotation et doivent finalement acquérir la forme de grêlons plats et réguliers, comme ceux qui sont tombés en grand nombre le 7 juillet.

« La permanence de forme, et surtout de grosseur, des grêlons que déverse pendant une marche rapide de quelques heures une grande nuée électrique, est un fait remarquable, qui ne peut s'expliquer que par l'étendue et surtout par la grande élévation du nuage orageux, et par le renouvellement régulier et incessant de la tension électrique de chacune de ses parties supérieures. »

19

Les observations météorologiques simultanées dans l'hémisphère boréal.

Dans le congrès international des météorologistes qui s'est tenu à Vienne au mois de septembre 1873, le délégué des États-Unis d'Amérique, le général Albert Myer, fit, au nom de son gouvernement, la proposition d'observer les éléments météorologiques au même instant physique dans tous les pays. Cette proposition fut très-bien accueillie, et elle a reçu un commencement d'exécution à partir du 1er janvier 1874.

Les stations centrales des réseaux qui ont pris part à l'entreprise sont :

Washington, qui observe	à 7	h. 35	m.	du matin.
Greenwich	à 0	43		du soir.
Paris	à 0	53		»
Bruxelles	à 1	1		»
Utrecht	à 1	4		»
Christiania	à 1	26		»
Copenhague	à 1	35		»
Berlin	à 1	37		»
Vienne	à 1	49		»
Constantinople	à 2	39		»
Saint-Pétersbourg	à 2	44		»

Toutes ces heures correspondent, d'après la différence des latitudes des pays, au même moment physique, c'est-à-dire à midi cinquante-trois minutes à Paris.

De nombreuses stations météorologiques composent ces différents réseaux. Les États-Unis, par exemple, en y comprenant le Canada, en possèdent plus de cent.

Le général Myer adressait à Quételet père, le 31 janvier 1874, une lettre contenant sur le projet de l'organisation de ces observations simultanées des détails intéressants.

Les États-Unis ont désiré, écrivait le général Myer, recevoir des rapports uniformes déduits d'observations simultanées, prises journellement dans autant de stations que possible en Europe. En retour, les États-Unis enverraient des tableaux représentant les observations simultanées prises dans toutes les stations établies sur leur territoire.

Ces observations comprendraient la pression atmosphérique, la température, le vent, la pluie, l'humidité relative et l'état du ciel. Elles devraient être faites à Bruxelles à une heure et une minute. Les tableaux d'ensemble, imprimés ou manuscrits, seraient expédiés en ballot, le 15 et le dernier jour de chaque mois.

Les observations faites chaque jour simultanément dans les diverses stations devraient être réunies et adressées aux stations étrangères, lesquelles, de leur côté, enverraient les résultats obtenus par elles. L'Amérique s'engage déjà à fournir un exemplaire imprimé de ses documents à tous ceux qui coopéreront à cette entreprise internationale.

La coopération pour un pareil échange de rapports commençant le 1er janvier 1874 a été sollicitée par les États-Unis auprès de MM. le professeur Wild, directeur de l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg; le professeur Coumbary, directeur de l'Observatoire de Constantinople; le professeur Jelinek, directeur de l'Institut central de météorologie de Vienne; Robert Scott, directeur du Meteorological Office de Londres; Alexandre Buchan, secrétaire de la Société météorologique d'Édimbourg; le professeur Mohn, directeur de

l'Institut météorologique de Norvége à Christiania; le professeur Buys-Ballot, directeur de l'Institut météorologique d'Utrecht, etc.

Comme nous le disions plus haut, un certain nombre de pays ont adhéré à ce projet d'observations simultanées, et à l'heure qu'il est, en Angleterre, en France, en Allemagne, en Belgique, en Suède, etc., des observations de la température, de la pression et de l'état du ciel se font à un même instant physique. Il est évident que la science, aussi bien que l'agriculture et le commerce, tireront le plus précieux parti de ce concours simultané et combiné.

20

L'observatoire météorologique du pic du Midi.

Nous avons parlé d'un observatoire météorologique qui a été installé, il y a trois ans, au sommet du Puy-de-Dôme, à 1,465 mètres d'altitude. 100,000 francs avaient été affectés à la construction de cet établissement. L'utilité de ces hautes stations météorologiques ayant été généralement comprise, on conçut le projet de fonder un second observatoire sur le pic du Midi, l'un des plus hauts sommets des Pyrénées. Une société particulière, qui prit le nom de *Société Ramond*, fit tous les frais de cette fondation scientifique.

Le projet de l'installation d'un observatoire sur le pic du Midi fut exposé en public par M. Vaussenat, ingénieur civil, dans la séance du Congrès scientifique de France tenue à Pau le 4 avril 1873. Le point du pic du Midi choisi pour station est à 2,877 mètres d'altitude.

L'Italie nous a précédés dans cette voie, car on trouve déjà établies sur le versant italien des Alpes quatre stations, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer dépasse 2,000 mètres : sur le Simplon, sur le petit et le

grand Saint-Bernard et sur le mont Rose, au col de la Valdobbia.

Des souscriptions, auxquelles contribuèrent plusieurs sociétés savantes et les conseils généraux des départements pyrénéens, ont permis à la Société Ramond de réaliser le projet de l'observatoire du pic du Midi.

Le président de la commission de l'observatoire du pic du Midi est le général Nansouty. A la fin de juillet 1873, les instruments étaient installés au mamelon Plantade, et dès le lendemain les observations commencèrent. Des observations de trois heures en trois heures furent faites pendant soixante-dix jours, par un savant du pays, M. Baylac. En même temps, on achevait l'installation définitive de l'observatoire au premier étage de l'hôtellerie du pic du Midi, bien connue des touristes, qui est située à 2,374 mètres d'altitude. Une cabane, placée à quelques pas de distance, abritait les instruments. Enfin, on construisit, au sommet même du pic, un baraquement qui reçut le nom de *Pavillon Darcet.*

En 1874, la plupart des engagements pris par les adhérents à la Société Ramond ayant été tenus, une nouvelle campagne météorologique commença dès le 1er juin, époque à laquelle le pic du Midi est encore en grande partie couvert de neige. Le général de Nansouty, président de la commission, s'installa dans l'observatoire du mamelon Plantade, et l'observateur, M. Baylac, fit chaque jour l'ascension du sommet, placé 500 mètres plus haut, afin d'y faire les observations simultanées qui ont été instituées cette année dans tout l'hémisphère boréal (ainsi que nous venons de le dire dans l'article précédent) et qui se font à l'heure de midi 53 minutes de Paris.

Ces observations furent continuées près de six mois sans interruption, jusqu'au 7 décembre, moment où l'ascension et la descente, au milieu des rafales de neige et des tempêtes d'hiver, ne pouvaient plus se faire sans danger.

Cependant le président de la commission, le général

de Nansouty, et deux de ses auxiliaires, avaient pris la résolution de continuer leurs études ; ils voulaient passer l'hiver dans ces régions désertes et glacées.

Toutes les mesures étaient prises pour hiverner dans l'hôtellerie ; un ample approvisionnement de vivres, de charbon et de médicaments y avait été fait. Au commencement de décembre 1874, quatre ingénieurs, membres de la commission de l'observatoire, MM. Peslin, Hétier, Duportal et Vaussenat, allaient rendre visite au général de Nansouty et à ses deux auxiliaires, et ils les trouvaient bien résolus à persévérer dans leur projet de passer l'hiver dans la montagne.

Cet acte de dévouement et de courage n'a pu cependant être mis à exécution, par suite de l'inclémence insolite des éléments sur les sommets du pic du Midi. Le récit des dangers qu'ont courus les hardis observateurs, le courage qu'ils ont déployé en voulant, malgré la fureur des éléments, persister dans leur projet, est tellement intéressant et curieux, que nous ne pouvons résister au désir de les rapporter ici.

Ce fut d'abord à la neige que l'on eut affaire. La neige recouvrit entièrement l'hôtellerie qui leur servait d'asile ; mais le cas était prévu, et les mesures prises pour déblayer la neige. Malheureusement, le 11 décembre, à 11 heures du soir, un bloc de neige et de glace vint fondre sur l'hôtellerie et enfonça une fenêtre. Le thermomètre marquait 18 degrés au-dessous de 0. Le lendemain, la porte était complétement brisée par une seconde chute de neige glacée, et la maison n'était plus habitable.

Le départ fut donc décidé. Il s'effectua le 14 décembre, à neuf heures du matin. Brau, solide montagnard qui avait accepté de passer l'hiver au Pic, marchait en avant, ouvrant le passage avec sa poitrine, ses mains et ses genoux. Venait ensuite M. Baylac, l'observateur, qui élargissait le passage. Le général de Nansouty qui, malgré le travail de ses précurseurs, avait souvent de la neige au-dessous des hanches, avançait après eux.

Le froid et la fatigue furent seuls à redouter jusqu'au lieu nommé *Col de Sencours;* mais là le danger devint terrible. Trompés par l'accumulation des neiges, nos voyageurs avaient fait fausse route, et s'étaient égarés aux abords d'un précipice effroyable. Il fallait à tout prix descendre dans la vallée d'Arises.

Nous laisserons ici la parole au général de Nansouty :

« Ce plan adopté, écrit le président de la commission de l'observatoire du pic du Midi, nous reprenons notre marche, laissant le précipice à cinquante mètres environ sur notre gauche. Malgré tous ses efforts pour ne pas approcher de ce mauvais endroit, poussé insensiblement par la pression des neiges sur sa droite, trompé par un rocher qu'il prit pour un autre, aveuglé par la neige qui nous arrivait par le col d'Aouët, notre chef de file arrive encore sur le bord même de l'escarpement.

Nous eûmes un instant de stupeur en voyant le vide au bout de nos bâtons. Faire demi-tour sur place et remonter cinquante mètres à pic fut l'acte de nous tous. Cette contre-marche nous fit traverser en diagonale un couloir par où les neiges du col Sencours descendaient à chaque instant. Nous avons mis une heure pour sortir de ce mauvais pas que nous laissâmes bien en arrière à gauche, et par des pentes nous arrivons très-fatigués au fond du vallon.

« La neige nouvelle mesurait un mètre quatre-vingts et deux mètres vingt au passage du ruisseau, où nous voyions un oiseau aquatique, que les gens du pays appellent le cingle-plongeur. Depuis cet endroit jusqu'au pont de Bois, le travail devient pour notre guide Brau d'une grande difficulté, et lui cause une fatigue extrême. Le terrain presque horizontal nécessitait forcément des efforts beaucoup plus considérables pour déplacer la neige, qui ne se laissait plus pousser en avant comme sur les pentes rapides que nous venions de quitter; de plus, elle était beaucoup plus molle. A trois heures, nous étions au pont de Bois; il nous restait à franchir le goulet d'Arises, qui était peu rassurant. Ce passage était méconnaissable par l'amoncellement des neiges sur son flanc gauche, si bien que Brau nous avoua qu'il ne savait plus où était le sentier. Nous étions un peu trop haut.

« Sur mon indication, nous descendons dix ou douze mètres, marchant très-lentement, sondant le terrain à chaque

pas. Enfin, nous arrivons au point dangereux, c'est-à-dire à l'endroit où le chemin en corniche longe le précipice.

« Après un temps d'arrêt pour bien reconnaître, je distingue un petit chêne, un coudrier et un églantier, ayant encore ses feuilles, qui se trouvent sur le bord même du sentier, et que je reconnais parfaitement. Je les indique à Brau, comme points de direction, en lui recommandant de faire tous ses efforts pour les conserver à sa droite, sinon la culbute! Nous sommes passés à vingt-cinq centimètres de l'églantier.

« A quatre heures trente minutes nous atteignons la cabane du sieur Bure, la première en amont du groupe de Tramézaïques. Indépendamment de la fatigue, je souffrais horriblement de crampes dans le haut des jambes. Ce n'est qu'en me faisant faire des ligatures très-serrées à l'aide des courroies de mes crampons, devenus inutiles, que je parvins à me remettre sur mes jambes.

« Je voulais entrer dans cette habitation et y passer la nuit. Cédant aux observations de nos deux compagnons de voyage d'entrer chez le voisin, soit en enfonçant sa porte, soit en brisant sa fenêtre, nous nous remettons en marche, nous dirigeant vers la dix-neuvième borne de la route thermale, par le chemin le plus court, mais par des pentes impossibles! Nous l'atteignons à huit heures quinze minutes.

« Depuis ce moment jusqu'à notre arrivée à Gripp, courts mais fréquents éclairs. Tout danger était passé; mais nous étions accablés par la fatigue et tiraillés par la faim; mes compagnons n'avaient rien mangé depuis le matin, moi depuis quatre jours. Nous pensions atteindre facilement Gripp en six ou huit heures; en marchant lentement, ce même trajet peut être fait en trois heures; nous en mîmes seize!

« Pendant cette rude journée, je ne me suis soutenu qu'en buvant dans le creux de ma main de la neige sur laquelle je versais quelques gouttes d'eau de mélisse des carmes. Je conseille aux amis ce puissant cordial, tout en reconnaissant qu'une tranche de bœuf ou de jambon vaudrait autant, sinon mieux. Dans l'état de fatigue où nous étions tous, Brau surtout, qui jusqu'alors nous avait ouvert le passage avec son corps, il fallait, pour arriver jusqu'à Gripp, trouver un moyen moins pénible de marcher, fût-il plus lent.

« Le terre-plein de la route était de un mètre à un mètre vingt centimètres sous la neige. Pour en avoir moins à déplacer, nous cherchons la banquette de terre qui borde la route à droite, et sur laquelle nous ne trouvons que quarante à cin-

quante centimètres de neige. Alors commence pour nous une marche d'acrobates. Nous piquons nos bâtons à droite, à gauche, au milieu, puis nous plaçons le pied à gauche; même manœuvre pour le pied droit. Nous n'allons pas vite, d'autant plus que la banquette est coupée de distance en distance, pour l'écoulement des eaux pluviales. A chaque coupure nouvelle, nous devons trouver le bord correspondant et l'enjamber; ce qui nous vaut quelques chutes sans gravité.

« A minuit, nous franchissons le grand ravin, distant de Gripp d'environ un kilomètre. Cette dernière étape n'a pas été sans difficulté; la neige accumulée sur ce point atteignait une hauteur considérable et, comme il n'y avait pas de banquette dans le coude, il fallut marcher dans la neige jusqu'au cou.

« A une heure du matin, nous frappons à la porte de l'hôtellerie du sieur Brau Nogué, à Gripp, où les soins les plus empressés nous furent prodigués. Après un rapide souper, nous nous couchons à deux heures trente minutes. Sommeil immédiat. *Et hamd Allah !*

« .... Pendant cette pénible journée, non-seulement MM. Brau et Baylac ont montré la plus grande énergie et le plus grand sang-froid, mais encore ils n'ont point proféré la moindre plainte, ni contre la situation, ni contre celui qui les y avait engagés.

Ah ! si la France, s'écrie le général de Nansouty, en terminant son récit, avait cinq cent mille hommes trempés comme ces deux braves gens ! »

Avant de partir, le général de Nansouty et son digne auxiliaire, M. Baylac, ont eu bien soin de laisser, tant au sommet qu'à la station du mamelon Plantade, les thermomètres *minima* en observation, de mettre en sûreté leurs autres instruments, et de rapporter leurs registres d'observations météorologiques faites dans la première quinzaine de décembre.

Cependant tous ces efforts resteraient stériles si ceux qui ont promis leur concours ne tenaient pas leurs promesses, et si la Société Ramond ne parvenait pas à réunir les ressources nécessaires pour inaugurer la prochaine campagne dans des conditions meilleures. « Ce serait pour la science française un véritable malheur, »

dit M. Tarry, l'auteur d'une note à laquelle nous avons emprunté les renseignements qui précèdent.

Nous nous associons à la pensée de M. Tarry. Comme lui, nous savons que le *Col de Sencours* serait inhabitable en hiver, avec un budget trop restreint. Il faut donc plus que jamais, ainsi que le demande le général de Nansouty, arriver à construire un véritable observatoire, un édifice de maçonnerie, au sommet du pic, là où la Société Ramond n'a pu faire construire jusqu'ici qu'un abri provisoire, le *Pavillon Darcet*. La dépense pour la construction de ce petit édifice serait de 30,000 fr.

PHYSIQUE

1

Détermination de la vitesse de la lumière et de la parallaxe du soleil, par M. A. Cornu.

La méthode de la détermination de la vitesse de la lumière, en opérant sur des distances terrestres, a déjà été mise en pratique par M. Fizeau et par Foucault. Un physicien de l'Observatoire de Paris, M. Cornu, a repris ce genre de recherches, et le résultat de ses expériences a été communiqué, en 1875, à l'Académie des sciences de Paris.

Les premières expériences faites entre l'École polytechnique et le Mont-Valérien avaient donné 298 500 kilomètres par seconde pour la vitesse de la lumière, avec une erreur probable de 0,01. Convaincu que la méthode dont il avait fait usage pourrait donner des résultats plus précis, en opérant sur une plus grande distance, M. Cornu, sur la proposition de MM. Le Verrier et Fizeau, a repris ces expériences. On a opéré entre l'Observatoire et la tour de Montlhéry, distants de 23 kilomètres.

Ce sont les préparatifs de l'expédition pour l'observation du passage de Vénus qui ont amené à reprendre les expériences sur la vitesse de la lumière. La connaissance précise de la vitesse de la lumière permet de calculer la distance de la terre au soleil, puisque l'on sait exactement le temps que met la lumière à nous arriver

du soleil. Notre avis est pourtant, et c'est aussi celui de beaucoup d'hommes compétents, que cette méthode ne saurait rivaliser avec la détermination directe de la parallaxe du soleil, au moyen des passages de Vénus. Plusieurs objections sérieuses s'élèvent, en effet, contre la méthode employée par M. Cornu. Dans tous les cas, cette manière de mesurer la distance de la terre au soleil ne saurait en rien atténuer l'importance des résultats qui seront acquis par les expéditions envoyées en diverses directions, au nom de toutes les nations civilisées.

La lunette d'émission de M. Cornu a $8^{m},85$ de distance focale et $0^{m},37$ d'ouverture. Les vitesses imprimées à la roue dentée peuvent dépasser 1609 tours par seconde. Le temps est mesuré à un millième de seconde près au moyen d'un chronographe et d'un enregistreur électrique.

Les appareils sont placés sur la terrasse de l'Observatoire. La correspondance du chronographe avec les battements de la pendule méridienne est établie par une communication électrique. Sur le sommet de la tour de Montlhéry il n'y a qu'un *collimateur à réflexion* ayant un objectif de $0^{m},15$ d'ouverture et 2 mètres de distance focale. Un gros tuyau en fonte lui sert d'enveloppe, uniquement pour le soustraire à la curiosité. Voici le principe de la méthode.

On envoie à travers la denture de la roue en mouvement un faisceau de lumière, qui va se réfléchir à la station opposée. Le point lumineux qui en résulte, au retour des rayons, paraît fixe, malgré les interruptions du faisceau, grâce à la persistance des impressions de la rétine. La méthode pour la détermination de la vitesse de la lumière consiste à chercher la vitesse de la roue dentée qui éteint cette espèce *d'écho lumineux*. L'extinction a lieu lorsque, dans le temps nécessaire à la lumière pour parcourir le double de la distance des stations, la roue a substitué le *plein* d'une dent à l'intervalle de deux dents qui livrait au départ le passage à la lumière;

de sorte que l'extinction d'ordre n correspond au passage de 24 — 1 demi-dents durant ce court espace de temps. Un cylindre enfumé reçoit l'inscription de la loi de mouvement du mécanisme qui entraîne la roue dentée au moyen d'un signal électrique; l'observateur enregistre le mouvement précis où l'on a atteint la vitesse voulue. C'est ainsi que les observations sont inscrites sous forme de tracés,

M. Cornu n'a pas fait moins de cinq cent quatre expériences, en variant le diamètre des roues, le nombre et la forme des dents, ainsi que la grandeur et le sens de la rotation.

Ces résultats représentent la vitesse de la lumière dans l'air, en kilomètres, par seconde de temps moyen.

Le résultat définitif de toutes ces valeurs est 300,330. En multipliant ce nombre par l'indice de réfraction de l'air, 1,0003, on a pour résultat définitif de la vitesse de la lumière dans le vide le nombre de 300 400 kilomètres par seconde de temps moyen, avec une erreur probable inférieure à 1 millième en valeur relative.

Les expériences ont été faites de nuit, à la lumière oxy-hydrique, à l'exception d'une seule qui a pu être exécutée de jour, avec la lumière du soleil.

Deux procédés se présentent pour déduire la parallaxe solaire de cette vitesse de la lumière. En désignant par θ, comme le faisaient les astronomes du dernier siècle, le temps employé par la lumière du soleil pour parcourir le rayon moyen R de l'orbite terrestre, l'observation d'un grand nombre d'éclipses des satellites de Jupiter donna à Delambre $\theta = 473$ secondes moyennes et 2 dixièmes. On trouvait ensuite, pour la parallaxe solaire, le nombre 8",878.

L'*aberration de la lumière*, découverte par Bradley, conduisit à la valeur 8",797 pour la même parallaxe.

D'un autre côté, Foucault trouvait 8",86 pour cette parallaxe.

Ces dernières valeurs admettent respectivement pour

la demi-élongation annuelle d'une étoile, 20",25 d'après Bradley, et 20",445 d'après W. Struve.

Ainsi que le fait observer M. Cornu, l'accord des deux méthodes est complet, si l'on admet le nombre de Bradley.

L'intérêt de cette concordance, ajoute M. Cornu, est encore accru par la valeur de la parallaxe obtenue par la considération des perturbations planétaires. Et naturellement, M. Cornu cite les perturbations du mouvement de Vénus et de Mars, qui ont conduit M. Le Verrier aux nombres 8",853; 8",859 et 8",886, dont la moyenne est 8",80.

M. Cornu termine en classant en trois groupes les méthodes qui servent, en astronomie, à déterminer la parallaxe du soleil :

1° Les *méthodes physiques* fondées sur l'observation d'un phénomène optique. Elles comprennent l'observation des éclipses des satellites de Jupiter, ou l'aberration des fixes, combinées avec la valeur de la vitesse de la lumière, déduite sans l'intervention d'autres phénomènes astronomiques. Les résultats sont 8",88; 8",88 et 8",80; moyenne 8",85.

2° Les *méthodes analytiques* qui s'appuient sur la comparaison des observations astronomiques avec les lois théoriques fondées sur le principe de la gravitation universelle; elles donnent des valeurs voisines de 8",86.

3° Les *méthodes purement géométriques* sur les déplacements parallactiques des planètes voisines de la Terre; les oppositions de Mars ont fourni, en 1862, la valeur 8",84.

Mais le passage de Vénus sur le soleil est le phénomène où la méthode géométrique peut atteindre la plus grande précision.

De ces trois méthodes, la dernière, celle du passage de Vénus sur le soleil, est, suivant nous, la meilleure. Elle est vraiment directe; elle ne s'appuie sur aucune considération pouvant donner lieu à des objections. Il

n'en est pas de même de la méthode employée par M. Cornu. L'indice de réfraction de l'air qu'il introduit dans son calcul varie légèrement avec le degré d'humidité de l'air. Jamais d'ailleurs, quoi qu'on fasse, on ne pourra assimiler le vide interplanétaire avec l'air atmosphérique à la surface du sol. Enfin, la constante de l'aberration n'est pas fixe d'une manière invariable, et nous ne voyons pas pourquoi on emploierait le chiffre donné par Bradley plutôt qu'un autre, si ce n'est qu'il paraît mieux se plier au résultat final qu'on veut atteindre.

Mais l'objection capitale que soulève la méthode préconisée et employée par M. Cornu, réside dans le temps employé par la lumière pour se réfléchir. M. Cornu ne tient pas compte de ce temps. On ne saurait pourtant admettre que le faisceau lumineux envoyé de l'observatoire de Paris à Montlhéry y soit réfléchi instantanément. Quelle que soit la petitesse du temps employé à la réflexion sur la tour de Montlhéry, ce temps est peut-être de l'ordre de la vitesse de la lumière elle-même ; il ne serait pas permis dès lors de le négliger. Cette objection nous paraît très-sérieuse. Elle exigerait, pour être réfutée, des expériences faites dans d'autres conditions que celles où s'est placé M. Cornu. Elle constitue la plus grave difficulté à l'application de la vitesse de la lumière, pour déterminer la distance de la terre au soleil. Sous ce rap port, les mesures directes auxquelles les observateurs, partis des différents points du globe, viennent de se livrer, à l'occasion du passage de Vénus sur le soleil, nous paraissent bien supérieures à la méthode indirecte préconisée par M. Cornu. Tout ce qu'on peut demander à cette méthode, c'est la confirmation des résultats qu'auront donnés les observations du passage de Vénus.

2

La lumière employée comme moteur.

Un physicien anglais, M. Crookes, a communiqué à la Société royale de Londres quelques observations très-curieuses concernant l'effet moteur que l'on peut obtenir de la lumière.

M. Crookes a constaté, par l'expérience, que si on dirige un rayon de lumière sur une baguette de moelle de sureau, suspendue horizontalement dans un espace vide d'air, la baguette se met immédiatement à tourner dans la direction du rayon lumineux, comme si la lumière avait communiqué une impulsion.

Dans l'expérience qui a été faite par M. Crookes devant la Société royale de Londres, la baguette de sureau était suspendue à un fil de coton, dans une grande cloche en verre, où le vide avait été fait à l'aide d'une machine pneumatique. En approchant de la baguette de sureau une bougie allumée, à la distance de 5 millimètres, la baguette oscillait à droite et à gauche. L'amplitude du mouvement augmentait jusqu'à ce que l'inertie fût vaincue, et finalement la baguette faisait plusieurs révolutions entières. La torsion du fil de coton limitant ce mouvement ramenait la baguette dans sa première position, où le même jeu que précédemment se répétait, tant qu'on n'éloignait pas la bougie.

Si l'on mettait un morceau de glace à la place de la bougie, le phénomène se reproduisait en sens inverse : la baguette était repoussée.

M. Crookes a reconnu que plus le vide est complet, plus l'action des rayons calorifiques ou lumineux est énergique. Le mouvement diminue jusqu'à cessation complète, à mesure que l'air pénètre dans la cloche. Il arrive un moment où une répulsion a lieu, en sorte qu'un point

neutre existe pour un certain degré de raréfaction de l'air. Pour deux corps différents, les points neutres répondent à des pressions barométriques qui sont directement en relation avec les poids spécifiques de ces corps. S'il s'agit de la moelle de sureau, une pression très-basse répond au point neutre; cette pression est bien supérieure avec le platine. Ainsi, à égalité de pression, la baguette de sureau peut être repoussée et la lamelle de platine attirée par les rayons de lumière.

Un savant anglais, M. Osborne Reynold, avait attribué ce curieux phénomène à l'évaporation ou à la condensation de l'humidité sur la partie de la cloche exposée à l'action de la lumière ou à celle de la glace. Cette explication ne saurait subsister, après l'expérience suivante faite par M. Crookes.

Une lame d'aluminium fut suspendue par un fil de platine très-fin dans une cloche en verre peu fusible et surmontée d'un tube dans lequel le fil était fixé. La machine pneumatique fonctionna pendant deux jours pour produire l'évacuation de l'air. L'ouverture de la cloche fut fermée au chalumeau. Le vide était assez complet pour ne pouvoir être traversé par l'étincelle d'induction. On chauffa alors la cloche au rouge sombre, et pourtant le même phénomène fut constaté, c'est-à-dire que l'approche de la flamme de la bougie repoussait la moelle de sureau. L'humidité n'était donc point la cause du phénomène.

Voici enfin une expérience plus importante encore. Si l'on opère avec deux baguettes de sureau, dont l'une soit blanche et l'autre noircie au noir de fumée, on constate que, sous l'influence d'une chaleur obscure, les deux baguettes sont repoussées avec la même force; la répulsion est beaucoup plus forte sur la baguette noire soumise à l'action de la lumière. Ce qui rend ce fait remarquable, c'est que la lumière est réfléchie par une surface blanche: d'où il suit que la réaction relative à cette surface devrait être plus forte que pour une surface noire, laquelle absorbe les rayons de lumière.

Cette observation a conduit M. Crookes à construire un *radiamètre*. Ce nouvel instrument se compose d'un globe en verre étiré par le bas de manière à former un manche, qui repose sur un socle en bois. Le manche s'élève dans le globe jusqu'au centre et se termine par une dépression, où se trouve fixé un pivot en acier. Sur ce pivot repose un moulinet à quatre bras, portant chacun une plaque carrée en moelle de sureau noircie d'un côté et blanche de l'autre. On met le moulinet en place et on fait le vide dans le globe. L'appareil, ainsi disposé, peut servir à mesurer l'intensité de la lumière ou de la chaleur. La vitesse du mouvement étant en raison directe de l'intensité de la flamme, cet instrument très-simple permet de comparer les sources lumineuses. En approchant la flamme d'une bougie à 30 centimètres, par exemple, le moulinet tourne et fait un tour en 182 secondes. En plaçant la flamme à 25 centimètres, la durée de la rotation n'est plus que de 24 secondes; elle est de 5 secondes quand la distance est de 12 ou 13 centimètres. L'effet mécanique des rayons lumineux ou caloriques est donc en raison inverse du carré de la distance, ce qui confirme la théorie.

La sensibilité de cet appareil est telle, que M. Crookes a rencontré de grandes difficultés à opérer en présence de ses auditeurs. La flamme du gaz influençait l'appareil. On avait placé par hasard une bougie allumée à côté du *radiamètre :* aussitôt le moulinet se mit à tourner.

Ces observations originales vont certainement exciter l'attention des physiciens, car elles ouvrent un nouveau champ d'études digne d'être exploré. Elles apportent un nouvel argument aux physiciens qui soutiennent, d'après le nouveau principe de l'unité des forces, que le mouvement, la lumière et la chaleur, émanent de la même source et se transforment l'un dans l'autre.

3

La lumière solaire employée comme agent mécanique.

Depuis dix ans, M. Mouchot, professeur au lycée de Tours, poursuit l'étrange problème d'appliquer à l'industrie la chaleur du soleil emmagasinée dans des appareils spéciaux. M. Mouchot a publié sur ce sujet, il y a quelques années, tout un ouvrage, qui a été lu avec beaucoup de curiosité et d'intérêt. Depuis, l'auteur a continué ce même genre de recherches et il a adressé, en 1875, à l'Académie des sciences de Paris, un mémoire contenant le résultat de ses nouvelles expériences.

Le *récepteur*, ou *générateur solaire*, qui fut construit pour la première fois par M. Mouchot, il y a dix ans, se compose de trois pièces distinctes : un miroir métallique à foyer non unique, mais linéaire, une chaudière noircie, dont l'axe coïncide avec ce foyer, et une enveloppe de verre, laissant arriver les rayons du soleil jusqu'à la chaudière, mais s'opposant à leur sortie dès qu'ils ont été transformés en rayons obscurs.

L'auteur s'est assuré que le rendement d'un grand générateur est meilleur que celui d'un petit.

Un grand générateur a été installé à Tours, où il fonctionne depuis plus de trois ans.

La forme du miroir est celle d'un tronc de cône à bases parallèles, ou d'un abat-jour tournant son ouverture vers le soleil. La génératrice fait avec l'axe un angle de 45 degrés. La paroi réfléchissante est formée de douze secteurs, en plaqué d'argent, supportés par un châssis en fer, dans lequel ils glissent à coulisse. Le diamètre d'ouverture du miroir est de 2 mètres 60 centimètres, celui du fond est de 1 mètre. La surface d'insolation est donc de 4 mètres carrés. Pour diminuer l'effet du vent, on ajoute au fond du miroir, un disque de fonte. La chaudière s'é-

lève du centre de ce disque; sa hauteur est celle du miroir.

Cette chaudière est en cuivre et est noircie à l'extérieur; elle est composée de deux enveloppes concentriques, en forme de cloches, et reliées à leur base par une bride en fer. La hauteur de la plus grande enveloppe est de 80 centimètres; celle de la plus petite n'est que de 50 centimètres; leurs diamètres sont respectivement de 28 et 22 centimètres. On introduit entre ces deux enveloppes l'eau d'alimentation qui forme, dans la chaudière, un cylindre annulaire de 3 centimètres d'épaisseur.

La quantité de liquide ne doit pas dépasser 20 litres, de manière à laisser un espace d'environ 10 litres pour la chambre de vapeur. L'enveloppe interne, qui reste vide, est terminée par un tube en cuivre s'ouvrant d'un côté dans la chambre de vapeur, et communiquant, de l'autre côté, par un tuyau flexible, soit avec le moteur, soit avec le fourneau d'un alambic. Du pied de la chaudière part un second tuyau qui sert à l'alimentation. Les appareils de sûreté sont installés sur la conduite de vapeur.

L'enveloppe de verre est une cloche ayant 85 centimètres de haut, 40 de diamètre et 5 millimètres d'épaisseur. Il y a donc 5 centimètres d'intervalle entre ses parois et celles de la chaudière; la cloche n'adhère que par son pied au fond du miroir. Avec cette disposition, le générateur doit tourner de 15 degrés par heure autour d'un axe parallèle à l'axe du monde, en s'inclinant progressivement sur cet axe, suivant la hauteur du soleil. Une disposition mécanique convenable permet d'atteindre ce résultat.

Voici quelques résultats fournis par cet appareil:

Le 8 mai 1875, par un beau temps, 20 litres d'eau à $+20°$, introduits dans la chaudière à huit heures et demie du matin, ont produit en quarante minutes de la vapeur à 2 atmosphères, c'est-à-dire à $+121°$. Cette vapeur s'est ensuite élevée rapidement à la pression de 5 atmo-

sphères, limite qu'il eût été dangereux de franchir, les parois de la chaudière n'ayant que 3 millimètres d'épaisseur et l'effort total supporté par ces parois étant alors de 40 000 kilogrammes. Vers le milieu du jour, avec 15 litres d'eau dans la chaudière, en moins d'un quart d'heure, la vapeur à 100° s'élevait à la pression de 5 atmosphères; en d'autres termes, à la température de + 153°.

Le 22 juillet, vers une heure de l'après-midi, par une chaleur exceptionnelle, l'appareil a vaporisé 5 litres d'eau par heure, ce qui répond à un débit de vapeur de 140 litres par minute.

M. Mouchot s'est d'abord servi, pour ses expériences, d'une machine à vapeur sans détente et sans condenseur, donnant 70 coups de piston par minute, sous la pression d'une atmosphère. Elle a été ensuite remplacée par une petite machine rotative Berliens.

La vapeur de l'appareil ayant été amenée dans un fourneau surmonté d'un alambic, on a pu distiller 5 litres de vin en un quart d'heure. Est-il nécessaire d'ajouter qu'avec cette vapeur on cuisait rapidement des légumes, la nourriture du bétail, etc.?

On peut conclure de ce qui précède que l'appareil solaire de M. Mouchot peut distiller, en moyenne, sous nos latitudes, de 8 à 10 calories par minute et par mètre carré.

L'auteur fait remarquer que la température de la chaudière n'est pas uniforme, parce que l'intensité de la chaleur réfléchie va en croissant de la base au sommet. En outre, les lames de plaqué n'envoient à la chaudière qu'une faible portion de la chaleur incidente, ces lames n'ayant qu'un quart de millimètre d'épaisseur et étant parsemées de boursouflures.

Les plus forts coups de vent n'ébranlent pas le miroir et n'ont aucune influence sur l'intensité de la chaleur solaire utilisée. Cette chaleur ne diffère guère entre sept et huit heures du matin de ce qu'elle est à midi. Le verre

échauffé ne court aucun risque d'être brisé par la pluie ni la grêle.

Voilà assurément des faits curieux et d'une originalité frappante. Et pourtant il nous reste à dire que dans l'antiquité on savait tirer efficacement parti de la chaleur solaire. Un passage de Plutarque va nous édifier à cet égard. On lit ce qui suit dans la *Vie de Numa Pompilius :*

« La surveillance des vierges sacrées qu'on nomme Vestales était aussi une charge du grand pontife; car c'est à Numa qu'on rapporte l'institution des Vestales, la consécration du feu qui brûle éternellement, confié à leur garde, ainsi que les rites et les cérémonies qu'elles observent. Peut-être Numa pensait-il que la substance pure et incorruptible du feu ne devait être confiée qu'à des corps chastes, exempts de souillure; peut-être voyait-il dans le feu, stérile de sa nature et infécondant, un rapport sensible avec la virginité. En effet, dans les lieux de la Grèce, à Pytho, à Athènes, où brûle un feu perpétuel, la garde en est donnée non à des vierges, mais à des veuves qui ont passé l'âge d'un nouvel hymen.

« Ce feu vient-il à s'éteindre par quelque accident, comme la lampe sacrée s'éteignit, dit-on, à Athènes, durant la tyrannie d'Aristion; à Delphes, lorsque le temple fut brûlé par les Mèdes; à Rome, pendant la guerre de Mithridate et durant la guerre civile, où le temple fut consumé ainsi que l'autel, il est défendu de le rallumer avec un feu ordinaire, et il faut faire un feu tout nouveau, en tirant du soleil une flamme pure et sans mélange. On emploie, à cet effet, des vases concaves, dont les parois intérieures sont taillées en triangles rectangles isocèles, et où toutes les lignes tirées de la circonférence aboutissent à une même ligne droite qui est l'axe du cône engendré par la révolution du triangle isocèle. Ces vases sont exposés au soleil, et les rayons réfléchis de tous les points de la circonférence s'entremêlent dans ce centre commun : ils y subtilisent l'air et le divisent; ils acquièrent, par la réflexion, la nature et la puissance du feu, et ils embrasent promptement les matières sèches et légères qu'on leur présente [1]. »

1. *Vie des hommes illustres de Plutarque*, traduction de Pierron. — Tome Ier, in-12, page 153. Paris, 1864, chez Charpentier.

Nous n'entendons nullement, par la citation de ce passage de Plutarque, diminuer le mérite du travail de M. Mouchot, qui est réel, surtout au point de vue des applications. Nous voulons seulement constater, en passant, que les anciens n'étaient pas aussi étrangers qu'on le prétend à la connaissance de la nature, puisqu'ils avaient la notion et l'application d'un phénomène qui nous étonne nous-mêmes aujourd'hui.

4

Héliophotomètre nouveau.

Ce nouvel appareil, qui est très-apprécié en Italie, a pour inventeur M. Craveri.

L'*héliophotomètre* est destiné à mesurer approximativement l'intensité de la lumière envoyée par le soleil. Cet instrument comble une lacune dans les observations météorologiques.

Si la température est l'un des principaux éléments de la végétation, celle-ci dépend aussi de la force de la radiation solaire; l'effet dû à la lumière, que les thermomètres ne peuvent accuser, a parfois plus d'importance pour les végétaux que la température.

M. Craveri commença par enfermer des petites feuilles de papier photographique dans une caisse; il disposa cet appareil élémentaire de telle sorte qu'il tombât sur les feuilles quelques rayons solaires, tandis que le papier avançait au moyen de la main. C'est d'après le bon résultat ainsi obtenu que M. Craveri fit exécuter l'héliophotomètre que nous allons décrire ;

Une caisse de bois de 28 centimètres de longueur, sur 145 millimètres de large et 20 centimètres de haut, aux parois épaisses de 3 centimètres, constitue un parallélipipède rectangle placé sur un support, en un endroit dé-

couvert, où rien ne fait obstacle à l'action directe du soleil.

Cependant, comme la face supérieure de l'appareil ne peut rester horizontale durant toute l'année, à cause de l'obliquité variable des rayons solaires, il est nécessaire, en hiver, de suivre approximativement le mouvement du soleil. C'est ce qu'on réalise en inclinant progressivement l'héliophotomètre du côté du midi, à partir du mois de septembre jusqu'à la fin de l'année. Ensuite l'inclinaison est diminuée jusqu'au mois de mars, où on revient à la position horizontale.

Une porte fixée avec des charnières s'ouvre sur l'une des faces du parallélipipède, à sa partie supérieure; en ouvrant cette porte, on a un accès libre dans l'intérieur de l'appareil. Une horloge est attachée à la paroi opposée à cette ouverture; elle est à ressort et à spiral; le cadran est à l'extérieur de la caisse.

Cette horloge commande une roue dentée recevant le mouvement de la roue du tambour qui contient le ressort; elle met vingt-quatre heures pour faire un tour. Une vis mobile sert à suspendre à son pivot un grand tambour en laiton ayant une circonférence de 52 centimètres et 16 millimètres de diamètre. Une bande de papier est appliquée sur ce tambour, ainsi qu'on le pratique pour le télégraphe Morse. Les extrémités de cette bande sont fixées. Un mécanisme particulier répond à cet usage.

Le tambour mis en place occupe une position perpendiculaire. Il est percé d'une entaille rectangulaire de 3 millimètres de longueur sur 1 millimètre de large. Les rayons du soleil, en pénétrant dans la fente, tombent sur le papier photographique; un bouton extérieur permet de faire mouvoir une vis qui élève ou abaisse le tambour, pour le rendre tangent à la fente.

Les bandes de papier sont préparées en les trempant dans une dissolution de sel marin à 4 pour 100. Au bout de trois minutes, on les fait sécher. Pour sensibi-

liser le papier, on le plonge dans du nitrate d'argent en dissolution dans l'eau et on le conserve dans l'obscurité.

On enlève le tambour le soir, vers neuf heures, on déroule la bande de papier, pour la placer dans un verre d'eau, où elle séjourne cinq minutes. Ensuite on l'immerge dans une solution d'hyposulfite de soude à 6 dixièmes pour 100. Au bout de dix minutes, on répand un peu d'eau sur la bande et on la place dans un verre d'eau, où elle séjourne une nuit.

La bande enlevée est remplacée par une autre, qui doit servir le jour suivant, en notant l'instant où le tambour est posé dans la caisse, par un trait fait sur le papier, dont on fait coïncider un point déterminé avec l'ouverture du diaphragme. L'appareil est mis en place, pour fonctionner dès les premiers rayons de la lumière diffuse du soleil.

La bande qui a séjourné toute la nuit dans l'eau est exposée le lendemain au soleil. Les portions les plus obscures répondront à la plus grande intensité de lumière solaire. On a une échelle qui représente la circonférence du tambour, développée et divisée en heures et en quarts d'heure; on y place la bande pour marquer les points où l'action du soleil commence et finit. L'intensité des teintes est divisée en sept tons; le temps correspondant à chacune d'elles est déterminé, et on enregistre ces nombres sur un tableau. On attache les deux extrémités de la bande sur un carton avec de la gomme, et on a ainsi la série des empreintes du soleil.

5

La mesure des distances.

M. W. Unge, lieutenant suédois, a inventé, pour mesurer les distances, un instrument aussi simple qu'ingé-

nieux. Il a la grandeur et la forme d'une montre. Le mécanisme est fondé sur la rapidité de la transmission du son par l'atmosphère, du point de départ à l'oreille de l'observateur. Le temps se détermine du moment où se voit la lumière du coup à celui où l'oreille en perçoit le son. Ainsi, quand on veut mesurer une distance, on place l'aiguille sur 0. Dès qu'on aperçoit la lumière, on presse un bouton au bord extérieur de la montre, et l'oreille se tourne du côté d'où l'on entend le son; quand l'oreille le perçoit, on cesse de presser, et l'aiguille, qui a marché pendant ce temps, indique la distance sur un cadran divisé en périphéries spéciales, d'après les diverses saisons.

6

État actuel de la télégraphie sous-marine.

Depuis 1850 jusqu'à la fin de 1874, le nombre des câbles télégraphiques sous-marins immergés a été de 206, représentant une longueur de plus de 80,000 kilomètres. Sur ces 206 câbles, 61 ont cessé de servir et 145 fonctionnent encore.

L'Angleterre et la France sont les deux pays qui possèdent le plus de câbles télégraphiques sous-marins. L'Angleterre en compte 29 et la France 16. La France et l'Angleterre sont actuellement reliées par 7 câbles télégraphiques.

De 1850 à 1851, on ne construisit que deux câbles sous-marins; cette belle entreprise n'en était encore qu'à ses débuts. En 1852 et en 1853, huit câbles furent immergés. En 1854, on en immergea sept; en 1855, neuf; en 1856 et 1857, un chaque année; en 1858, cinq; en 1859, treize; en 1860, douze; en 1861, un; en 1862, deux; en 1863, un; en 1864, six; en 1865, trois; en 1866, dix; en 1867, sept; en 1868, deux; en 1869, dix-

sept; en 1870, vingt-sept; en 1871, vingt-six; en 1872, deux; en 1873, quatorze, et en 1874, treize.

Le plus long de ces câbles transatlantiques est celui qui va d'Irlande à la côte américaine de New-Foundland; il a 3093 kilomètres. Viennent ensuite ceux d'Irlande à la côte de Valentia en Amérique, qui a 3100 mètres; celui de Saint-Vincent à Pernambuco, qui a 3125 kilomètres; celui de Brest à Saint-Pierre, qui n'a pas moins de 4135 kilomètres. C'est donc la France qui a posé au fond de la mer le plus long câble connu.

Les plus grandes profondeurs d'immersion des câbles sont : 3656 mètres pour celui de Malte à Alexandrie, 4431 mètres pour celui d'Irlande à New-Foundland, 4800 mètres pour celui de Portkarno, en Angleterre, à Lisbonne; 5045 mètres pour celui de Brest à Saint-Pierre.

Avant 1858, époque à laquelle fut posé le premier câble transatlantique, on n'avait pu immerger de conducteur d'une longueur supérieure à 560 kilomètres. Après avoir fonctionné un mois seulement, ce premier câble se rompit. C'était là sans doute un échec, mais il suffisait à prouver que l'Océan pourrait être franchi par un fil électrique.

Tout le monde sait que l'honneur d'avoir conçu le projet de la télégraphie transocéanique revient à un ingénieur américain, M. Cyrus Field. Le congrès des États-Unis vota, en 1864, des remerciements publics à M. Cyrus Field, et lui offrit, au nom du peuple, une médaille d'or. L'ingénieur américain obtint le grand prix de l'Exposition internationale de Paris, en 1867.

Ce n'est qu'en 1870 et 1871 que des communications directes ont été établies entre l'Angleterre et l'Inde, avec la Chine, le Japon et l'Australie. En ce moment, il ne manque plus qu'un câble jeté au fond de l'océan Pacifique pour que le monde soit complétement entouré d'une ceinture de télégraphie électrique, selon le rêve de M. Cyrus Field. Lorsque le câble de l'océan Pacifique

sera posé, une ligne télégraphique continue enserrera le globe entier. Elle aura 8930 kilomètres de long et se divisera en trois sections; savoir : de San-Francisco à Honolulu, 3350 kilomètres; de Honolulu à Midway Island, 1852 kilomètres, et de ce dernier point à Yokohama, 3516 kilomètres.

Onze nouveaux câbles sont en ce moment en construction. Ils auront une longueur totale de 27 430 kilomètres. Les plus longs seront ceux d'Irlande à la Nouvelle-Écosse (3520 kilomètres), d'Aden à l'île Maurice (4480 kilomètres), et d'Honolulu aux îles Fidji (4640 kilomètres).

Lorsque tous ces câbles fonctionneront, toutes les parties du globe seront reliées entre elles par l'électricité.

Le prix de revient des câbles sous-marins dépend de la profondeur à laquelle ils doivent être immergés et de la nature du fond de la mer. S'il y a des courants très-rapides et si le fond est rocailleux, il faut donner au câble une grande solidité et un poids suffisant. Les câbles de l'*Anglo-american Company* reviennent, en moyenne, à 5000 francs par kilomètre, pour les parties qui sont dans les eaux profondes, et à 16 000 francs pour celles qui touchent aux rivages. Les câbles de l'Angleterre à la Hollande sont construits, dans presque toute leur longueur, sur le modèle des extrémités des câbles transatlantiques, en raison de la petite profondeur d'eau, laquelle ne dépasse pas trente brasses; et leur prix moyen, par kilomètre, est beaucoup plus élevé.

Il existe seize Compagnies importantes de télégraphie sous-marine; leur capital dépasse 500 millions de francs. Les principales sont l'*Anglo-american Company*, qui possède cinq câbles et un capital de 175 millions; l'*Eastern submarine telegraph Company*, avec un capital de 75 millions; la *West India and Panama telegraph Company*, avec un capital de 47 millions et demi; l'*Eastern extension Australiana and China submarine tele-*

graph Company, au capital de 41 millions et demi; enfin la *Western and Brazilian telegraph Company*, dont le capital est de plus de 33 millions et demi.

7

Nouveaux perfectionnements apportés aux machines magnéto-électriques, par M. Gramme.

Les machines de M. Gramme sont à courants continus. Pour comprendre la valeur des perfectionnements apportés par ce savant ingénieur à ses appareils magnéto-électriques, nous rappellerons qu'à la fin de l'année 1872 il n'avait encore établi qu'une seule machine pour produire la lumière, deux machines pour la galvanoplastie et quelques autres petites. On ne pouvait, avec ces machines, faire rougir qu'un fil de platine long de 1 décimètre et de 3 millimètres de diamètre. Les nouvelles machines rougissent jusqu'à 4 décimètres du même fil, sans variation dans le poids de la matière et dans le prix de la main-d'œuvre.

Cette augmentation quatre fois plus grande de l'intensité du courant est principalement due à l'emploi des nouveaux aimants feuilletés de M. Jamin.

Des machines pour la production de l'électricité appliquée à la galvanoplastie ont été construites avec bâti en fonte. Elles pèsent 750 kilogrammes chacune; elles possèdent quatre barres d'électro-aimants et deux anneaux de bobines sur l'arbre. Le poids du cuivre qui entre dans leur construction est de 175 kilogrammes. Leur hauteur est de $1^m,30$, avec $0^m,80$ dans la plus grande largeur. Elles déposent 600 grammes d'argent à l'heure, et nécessitent une force de 75 kilogrammètres.

Un nouveau type de machine pour la galvanoplastie n'a qu'un anneau central au lieu de deux, et deux barres d'électro-aimants au lieu de quatre. Son poids est de

177 kilogrammes; celui du cuivre est de 47 kilogrammes. Ses dimensions sont 0m,55 de côté, sur 0m,60 de hauteur. Cette machine dépose, comme l'autre, 600 grammes à l'heure, et n'exige pour force motrice que 50 kilogrammètres. L'espace occupé par ce nouveau modèle est moitié moindre que pour l'ancien; son poids est réduit de plus des trois quarts; il économise 30 pour 100 de la force motrice.

Tous ces avantages ont été amenés par la suppression de la bobine excitatrice. L'électro-aimant est placé dans le circuit même du courant; les garnitures de cuivre et les barres des électro-aimants sont mieux disposées; la vitesse a été un peu augmentée.

Au lieu de garnir les électro-aimants avec du fil rond, M. Gramme a employé une bande de cuivre mince, tenant toute la largeur d'une demi-barre d'un électro-aimant.

La première *machine à lumière* de M. Gramme alimentait un régulateur de 900 becs Carcel; elle pesait 1000 kilogrammes et possédait trois anneaux mobiles et six barres d'électro-aimants. Le nouveau type est composé de deux barres électro-aimants et d'un seul anneau mobile central. Son poids est de 183 kilogrammes et n'exige que 47 kilogrammes de cuivre. Sa longueur est de 0m,55, avec la même largeur; elle a 0m,60 de hauteur. Sa puissance normale est de 200 becs.

Les expériences de transformation d'électricité en travail ont donné, avec deux éléments Bunsen de 0,20, et avec sept cent cinquante tours de l'anneau, une force en kilogrammètres égale à 0,320. Avec dix éléments et dix-sept mille tours, la force est de 5,52.

M. Gramme cite, comme application de cette fonction renversée, le transport des forces à grandes distances. En établissant une machine magnéto-électrique près d'une source de force motrice, on peut envoyer le courant produit dans une seconde machine magnéto-électrique, au moyen d'un câble métallique, quels que soient

l'éloignement de la seconde machine et les sinuosités du sol.

A ce sujet, M. Gramme fit l'expérience suivante, qu'il regarde, avec juste raison, comme concluante :

Un moteur à vapeur donnait le mouvement à une machine magnéto-électrique ; la mise en fonction exigeait une force de 75 kilogrammètres. Une seconde machine recevait l'électricité ainsi engendrée et produisait une force de 39 kilogrammètres. Comme il y avait une double transformation de travail en électricité, et d'électricité en travail, chaque machine rendait plus de 70 pour 100.

8

Action de l'électro-aimant sur les spectres des gaz raréfiés, traversés par des décharges électriques, par M. Chautard.

Il s'agit ici de phénomènes nouveaux produits par l'action d'aimants puissants sur les spectres des gaz raréfiés, traversés par le fluide émané d'une bobine d'induction ou d'une machine de Holtz. Les spectres ainsi obtenus présentent diverses particularités très-curieuses, si on en juge par les expériences qui ont déjà été faites sur les métalloïdes.

Chaque corps à expérimenter était renfermé dans un tube de Geissler, ayant un point étranglé, disposé entre les pôles d'un électro-aimant et à une petite distance de la fente d'un spectroscope. Un second spectre, juxtaposé au premier et devant servir de terme de comparaison, était fourni par un autre tube semblable au premier et placé en regard d'un petit prisme réflecteur et en dehors de l'action de l'aimant. L'étincelle jaillissant dans chaque tube, on peut constater la concordance parfaite des raies des deux spectres. Mais, lorsque l'aimant agit, cette concordance n'existe plus : l'un des spectres, celui qui

ne subit pas l'influence magnétique, conserve ses caractères primitifs, tandis que l'autre est modifié d'une manière remarquable.

Les corps expérimentés par M. Chautard sont l'hydrogène, le chlore, le brome, l'iode, l'oxygène, le soufre, le sélénium et l'azote. Chacun d'eux donne un spectre particulier, avec des modifications diverses.

9

Sur les rapports qui existent entre la nature des aciers et leur force coercitive, par MM. Trève et Durassier.

M. Trève ayant été amené, d'après la nature de ses recherches, à déterminer la quantité de magnétisme que peut emmagasiner un acier plus ou moins riche en carbone, voulut aussi connaître l'influence des trempes diverses sur ces mêmes aciers.

Pour résoudre ces questions, il fallait avoir à sa disposition des échantillons d'acier en nombre et en quantité suffisants. M. Trève trouva chez M. Schneider, directeur des usines du Creuzot, toutes les facilités désirables. M. Durassier, ingénieur, chef des travaux chimiques, fit parvenir à M. Trève cinq catégories d'aciers, à teneur en carbone rigoureusement dosée par la méthode de M. Boussingault.

Quinze barreaux d'acier furent répartis en cinq séries diversement carburées; chacun de ces barreaux dut recevoir une trempe particulière.

Les trempes furent faites à l'eau froide à 10 degrés, à l'eau bouillante à 100 degrés, à l'huile à 10 degrés, après que les barreaux eurent été soumis à une chaleur sensiblement uniforme, variant de 767 à 800 degrés.

Ces barreaux furent aimantés à saturation. Leur force magnétique fut déterminée par la méthode des déviations en usage dans les ateliers.

Un barreau dosé à 95 centièmes pour 100 de carbone et trempé à l'eau froide a donné un maximum de déviation représenté par 47. Un autre barreau, de même teneur en carbone, mais trempé à l'eau bouillante, a donné 44. Un troisième barreau, carburé comme les précédents, et trempé à l'huile à 10 degrés, a donné 43.

Quant à l'influence de la quantité de carbone, deux barreaux ont été trempés à l'eau froide à 10 degrés : l'un, dosé à 95 centièmes pour 100, a donné 47 ; l'autre, dosé à 25 centièmes pour 100, a donné 13 seulement.

Pour marquer nettement les résultats obtenus, trois courbes ont été dressées ; ces courbes correspondent aux trois trempes employées. Au haut de l'échelle en carbone, le genre de trempe ne manifeste pas une action très-marquée. En descendant l'échelle, cette action s'accentue davantage.

L'influence de la teneur en carbone ressort ici d'une manière nette. En effet, au maximum de carbone correspond le maximum magnétique. Les trois courbes ont un point commun de rebroussement remarquable. Ce point commence à l'équivalent en carbone 83, répondant à 5 dixièmes pour 100. Cela indique que la force coercitive gagne très-peu dans les aciers portés au-dessus de 5 dixièmes à 5 dixièmes et demi pour 100 de carbone. Pour 55 centièmes de carbone sur 100, on a 45, 30, 37. La trempe à l'eau froide reprend les avantages pour les conserver jusqu'au bas de l'échelle, c'est-à-dire à 25 centièmes pour 100, point auquel ils disparaissent.

Il résulte de ce qui précède que les aiguilles des boussoles doivent être fabriquées de façon à renfermer la plus grande dose possible de carbone (elle est 1,15 pour 100, celle des aciers à outils), et qu'il en est autrement pour les aimants destinés aux machines magnéto-électriques ; la teneur de 0,5 en carbone pour 100 semble leur suffire.

Si le carbone donne de l'élasticité aux aciers, il leur communique aussi la capacité magnétique, ainsi que le

montre la similitude des courbes magnétiques et des courbes d'élasticité de tous les aciers diversement carburés.

Le travail que nous venons de résumer résout une question qui jusqu'ici n'avait pas même été soulevée, malgré sa grande importance. L'utilité des conséquences déduites des recherches de M. Trève saute aux yeux. Il y aurait même plusieurs rapprochements à faire entre les différentes propriétés du carbone, mais il est évident que l'auteur s'acquittera de ce soin mieux que personne. Nous en avons pour preuve les travaux antérieurs et originaux qu'il a déjà publiés et qui ont pris leur place dans l'enseignement.

10

Le briquet électrique de MM. Voisin et Dronier.

On sait que le gaz hydrogène s'enflamme à froid, au contact de l'air, par l'action du platine poreux, c'est-à-dire du platine en *éponge*. C'est sur ce principe que sont fondés le *briquet hydropneumatique* de Gay-Lussac et la *lampe sans flamme* de Davy. MM. Voisin et Dronier ont modifié le briquet de Gay-Lussac en remplaçant le gaz hydrogène, qui enflamme la mèche de la lampe, par un fil de platine rougi au moyen d'un courant électrique.

MM. Voisin et Dronier font donc intervenir à la fois une action électrique et la propriété *catalytique* du platine, pour allumer la mèche d'une lampe à essence de pétrole.

Dans un rapport à la Société d'encouragement, M. du Moncel a expliqué le mécanisme de ce commode instrument de lumière.

Pour comprendre ses effets, il faut se souvenir que, lorsqu'un courant électrique passe d'un conducteur de grande section et de bonne conductibilité à un conduc-

teur de faible section et de moindre conductibilité, il se produit, aux points de jonction de ces deux conducteurs, des variations dans la tension électrique qui, en forçant le flux d'électricité à passer avec la même intensité et dans le même temps à travers le mauvais conducteur, lui font développer une plus grande quantité de chaleur.

En second lieu, il faut considérer que, d'après la loi de Joule, le maximum de l'effet calorifique ne se produit que quand la résistance du circuit extérieur où se développe la chaleur est égale à celle du générateur électrique, y compris les parties du circuit directement en rapport avec lui.

Il résulte de ces principes que, si l'on dispose entre les deux pôles d'une pile convenable une petite spirale de platine dont la résistance soit moindre que celle de la pile, cette spirale, en s'échauffant par le courant, pourra déterminer trois actions successives :

1° Un accroissement de sa température, par l'augmentation de sa résistance ;

2° Un effet catalytique sur les vapeurs combustibles qui enveloppent sa surface ;

3° Une nouvelle augmentation de sa résistance, par suite de cet effet catalytique.

Or, si la résistance de la spirale de platine est combinée de manière qu'à la température du rouge blanc elle représente la résistance de la pile, l'effet calorifique maximum sera obtenu, et on pourra observer que la spirale, qui, sans l'action sur les émanations gazeuses, rougirait à peine, atteindra le rouge blanc quand l'effet catalytique se produira. On pourra dès lors enflammer un corps solide imprégné de ces vapeurs.

Le *briquet électrique* de MM. Voisin et Dronier se réduit à une pile voltaïque à chromate de potasse de faible dimension, dans laquelle on fait plonger un corps conducteur, en pressant un bouton de cuivre. Dès que le conducteur est immergé dans le liquide de la pile, le courant s'établit, le fil de platine rougit, et, comme ce fil est placé

au milieu de la mèche d'une lampe à essence de pétrole, la mèche s'allume. Pour avoir du feu, il suffit de poser le doigt sur le bouton métallique.

Le briquet électrique est donc le briquet pneumatique de Gay-Lussac sans le gaz hydrogène.

11

Signaux de nuit produits à bord des navires par l'électricité, pour diminuer la fréquence des abordages en mer.

M. le capitaine de vaisseau Aug. Trève, le même dont nous venons de citer les importantes recherches sur le magnétisme, propose d'employer l'électricité à conjurer les désastres de l'abordage en mer, c'est-à-dire à signaler le bord du navire à l'autre navire qui court sur lui.

Un navire étant subitement aperçu par un autre, et le danger d'abordage étant imminent, ce qu'il y a à faire, pour l'un ou l'autre des bâtiments, c'est de signaler la manœuvre que l'on exécute, c'est-à-dire le bord sur lequel on se jette, et cela instantanément. Ce signal doit être aussi rapide que la pensée qui provoque le cri subit de « tribord » ou « bâbord ! » Toute autre prescription serait incompatible, dit M. Trève, avec les quelques secondes dont on dispose le plus souvent dans de semblables moments.

M. Trève pense que la solution la plus pratique se trouve dans l'application de l'électricité à l'inflammation instantanée d'un feu vert ou rouge. L'apparition subite d'un feu *vert* indiquerait que le bâtiment se jette sur *tribord; bâbord* serait indiqué par le feu *rouge*.

Voici le moyen proposé par M. Trève pour réaliser cet avertissement instantané.

Deux ou trois feux de chacune des couleurs vert et rouge ont été préparés avant la nuit, dans les petits

chandeliers fixés aux extrémités de la passerelle. Chacun de ces feux contient une petite amorce en fil de platine de 1/20 de millimètre, semblable à l'amorce, aujourd'hui bien connue, qui sert à enflammer les torpilles. Cette amorce est reliée avec les deux fils à demeure de la pile composée de neuf éléments Leclanché, ou d'un seul élément au bichromate de potasse. La première de ces piles ne consomme que lorsqu'elle fonctionne, son entretien est presque nul et sa durée considérable. La seconde pile exige un petit approvisionnement de bichromate de potasse tout préparé; elle se prête à la manœuvre voulue au moyen d'un système de renversement, qui effectue l'immersion des zincs et des charbons, et elle donne un courant instantané. C'est ce système qui avait été installé lors du siége de Paris, pour l'armement des torpilles ou autres engins de défense, qui étaient commandés par l'électricité.

Sur la passerelle de chaque bord, deux boutons de contact électrique sont établis. L'officier de quart ayant commandé *tribord*, le timonier de passerelle presse le bouton de tribord et le feu vert apparaît aussitôt dans tout son éclat. Dès lors, le navire qui court sur l'autre est averti du sens de sa marche et peut changer instantanément sa manœuvre.

Chacun a remarqué que deux personnes marchant en sens inverse sur un trottoir sont souvent sujettes à se heurter ou à mettre un certain temps pour choisir leur côté; si elles se disaient, à quelques pas l'une de l'autre : « Je prends la droite ou la gauche, » l'inconvénient disparaîtrait. C'est ce genre d'avis que donnerait aux navires le feu-signal proposé par M. Trève.

Le mode de signaux proposé par M. Trève, pour éviter les collisions en mer, n'implique pas le rejet, dans l'avenir, de la lumière électrique. Il y aura certainement de très-grands avantages à employer ce mode puissant d'éclairage comme signal pour prévenir l'abordage de deux navires, mais il faut qu'il se trouve dans des con-

ditions d'application pratique que l'on n'a pas encore réalisées. Les machines magnéto-électriques, malgré les perfectionnements qui ont été apportés à leur construction, exigent une force de deux chevaux-vapeur. Leur emploi ne saurait donc être conseillé en ce moment, si ce n'est sur les navires amiraux, où elles sont soumises à des études qui les ont déjà fait classer en tête des meilleurs signaux de ralliement.

Si chaque vaisseau pouvait se signaler par une colonne lumineuse dont l'inclinaison subite à 30 ou 40 degrés, à droite ou à gauche, indiquerait le bord sur lequel on se jette, ce serait là évidemment le moyen assuré d'éviter les abordages. Mais en ce moment, nous le répétons, l'expérience n'a pas encore dit son dernier mot pour l'emploi régulier de la lumière électrique à bord de tous les navires. Le procédé de production instantanée, par l'électricité, de feux colorés, proposé par M. Aug. Trève, est donc le plus avantageux pour le moment, et il serait à désirer que la marine l'adoptât. On ne conçoit guère, en présence de la triste fréquence des abordages de mer, l'espèce d'apathie qui empêche de songer aux moyens pratiques dont la science dispose pour éviter ces terribles rencontres.

12

Action du courant électrique sur les organes des sens par M. Phipson.

Depuis Galvani et Volta, on sait que la contraction d'une grenouille peut être excitée par une faible décharge électrique, si on la dirige du nerf au muscle, mais que ce phénomène n'a pas lieu quand la décharge est dirigée en sens contraire. D'autres faits plus tard vinrent confirmer le précédent. En général, l'effet du courant sur les nerfs d'un animal est différent selon que le courant

les traverse dans une direction ou dans la direction inverse. Telle est du moins la conclusion admise par Heliot. Cependant M. Matteucci n'a jamais constaté une différence bien marquée entre ces actions inverses du courant. D'après M. Phipson, Heliot aurait dû parler de la direction du courant, indépendamment de la direction des nerfs; et le fait observé par Matteucci ne concernerait que les nerfs de la vie végétative.

Les expériences de M. Phipson montrent que l'action du courant galvanique sur les organes des sens se prononce toujours au pôle positif, excepté au moment où le pôle négatif devient à son tour positif, auquel cas une action a lieu à ce pôle. Ces faits indiqueraient une loi générale s'appliquant aux contractions musculaires occasionnées par l'électricité, et très-probablement aux phénomènes d'induction. Les phénomènes que ce savant signale pour les organes des sens sont analogues à ceux que l'on a déjà observés pour les nerfs moteurs et qu'on énonce en disant qu'il se produit une forte contraction quand le courant direct commence, ou que le courant inverse finit, tandis qu'on n'observe pas de contraction lors de l'ouverture du courant direct ou de l'établissement du courant inverse.

Le point essentiel à enregistrer, c'est que le courant agissant sur les organes des sens ne se propage que du pôle positif au pôle négatif, et que l'action sur l'organe a lieu au pôle positif.

13

La boussole circulaire de M. E. Duchemin.

La boussole circulaire imaginée par M. E. Duchemin, appareil bien connu de nos lecteurs, continue à donner les meilleurs résultats. Le dernier type de l'instrument de M. Duchemin, c'est-à-dire la boussole qui avait été con-

struite pour le *Magenta*, notre magnifique vaisseau cuirassé, si déplorablement détruit par le feu, au mois de novembre 1875, dans la rade de Toulon, a été présenté à l'Académie des sciences par M. du Moncel.

Cet instrument, un peu modifié depuis les premiers spécimens, consiste en trois anneaux aimantés. Ce système est doué d'une grande énergie de direction; sa stabilité est considérable, et il n'a que le minimum de ces oscillations qui sont si gênantes dans les observations. Quelques instants suffisent pour donner au triple cercle une position fixe.

M. du Moncel a insisté devant l'Académie sur les avantages de la nouvelle boussole. Ce qu'il en a dit constitue une sorte de rapport tout à fait favorable au nouveau compas.

La boussole circulaire a été expérimentée sur plusieurs bâtiments de l'État, et les résultats qu'elle a donnés sont tout en sa faveur. Un précieux témoignage d'encouragement est arrivé de la Cochinchine à M. Duchemin. Voici la lettre transmise par le ministre de la marine à l'inventeur :

Paris, ce 7 mai 1875.

Monsieur Émile Duchemin,

Je vous transmets avec plaisir la copie d'une note que M. le contre-amiral baron Duperré a adressée au ministre par le dernier courrier, et dans laquelle M. le commandant du *Duchaffaut* rend compte des essais de votre boussole à bord de son bâtiment.

Recevez, etc.

Signé : GARNAULT.

La note du capitaine Le Helloco, datée de Saigon, le 15 mars 1875, constate que le compas de M. Duchemin a une plus grande puissance magnétique que le compas réglementaire. Comparé à un compas liquide, le compas Duchemin est moins mobile et sa fixité relative le rend plus commode pour prendre les relèvements en mer.

Une commission de l'Académie des sciences a été chargée d'examiner la nouvelle boussole. Nous ne savons pas si cette commission se décidera à faire un rapport. Il est à présumer pourtant qu'elle s'occupe de ce sujet, car elle s'est adjoint deux nouveaux membres très-compétents : MM. Bréguet et du Moncel.

Nous ajouterons maintenant que l'inventeur a apporté à cet instrument un perfectionnement nouveau.

La *boussole circulaire* de M. Duchemin peut être utilisée sur la surface des liquides et donner l'heure par le soleil.

Il est possible, dit l'auteur, de donner à un anneau d'acier une forme demi-sphérique. Qu'on se représente un limbe de pendule dont le métal serait en acier trempé. Si l'on aimante ce cercle, par un procédé dont M. Duchemin donne la description, de façon à localiser deux pôles magnétiques à l'extrémité du même diamètre, il suffira de fermer l'ouverture inférieure de cette moitié de sphère pour créer une boussole circulaire qui pourra surnager, se mouvoir dans tous les sens et indiquer avec une précision parfaite le méridien magnétique.

M. Duchemin complète cet instrument en faisant passer à son centre un pivot sur lequel il place une petite aiguille aimantée à pôles renversés et dont l'axe magnétique vient se fixer dans la direction du diamètre des pôles du cercle, avec une fidélité et une énergie remarquables. Cette aiguille supporte elle-même une rose en mica, semblable à celles de la marine. Dans ces conditions, on comprend que la rose servira non-seulement à marquer les points nord et sud du cercle auquel elle obéit, mais encore à indiquer la direction que ce dernier prend, sous l'influence directe du magnétisme de la terre. Le pivot est prolongé au-dessous de la ligne de flottaison, et un anneau en ivoire placé dans le fond du récipient contenant le liquide le reçoit de façon à éviter que la boussole puisse venir heurter les bords du vase.

On peut joindre à cet instrument un petit système de cadran solaire, de sorte que cette boussole flottante peut, tout en indiquant la direction des courants terrestres, donner d'une manière automatique l'heure par le soleil.

L'ingénieuse invention de M. Duchemin est, on le voit, susceptible de recevoir diverses applications. L'auteur ne manque pas de les signaler à mesure que la pratique vient corroborer ses vues.

14

Rails de chemin de fer devenus magnétiques.

M. Heyl, ingénieur à Mayence, a observé que tous les rails de chemins de fer, après quelques jours de pose, sont transformés, à leurs deux extrémités, en aimants puissants, capables d'attirer et de retenir des clefs de fer et même des pièces plus fortes. Si on enlève les rails, ils conservent quelque temps leur magnétisme, mais le perdent peu à peu. Le magnétisme n'est appréciable que lorsqu'on a enlevé les éclisses du rail; il disparaît immédiatement quand on les remet.

Ainsi, il se forme deux courants de noms contraires aux extrémités correspondantes des deux rails.

La production du magnétisme dans les rails en service s'explique par le frottement qui résulte du roulement des wagons sur la voie et par les ébranlements continus qui en sont la suite. Il n'y a aucune production de courants d'induction, d'après des expériences particulières faites par M. Heyl.

Il n'est pas impossible que le magnétisme ainsi développé exerce une influence avantageuse sur la stabilité de la voie, et n'ait pour effet d'augmenter l'adhérence des roues sur les rails, adhérence qui est, comme on le sait, la cause essentielle de la progression des locomotives.

15

Application du gaz d'éclairage au *pyrophone*, par M. Kastner.

On connaît le phénomène des *flammes chantantes* produit par la combustion d'un jet d'hydrogène brûlant dans l'intérieur d'un tube en verre. C'est à propos de cette expérience que M. Kastner a démontré le principe d'acoustique suivant :

« Si, dans un tube de verre ou d'autre matière, on introduit deux ou plusieurs flammes isolées, de grandeur convenable, et si on les place au tiers de la longueur du tube, comptée à partir de la base inférieure, ces flammes vibrent à l'unisson. Le phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées, mais le son cesse aussitôt que les flammes sont mises en contact. »

Sur ce principe, M. Kastner a construit l'instrument qu'il a nommé *pyrophone*, et sur lequel on produit, au moyen de la flamme du gaz hydrogène brûlant dans un tube, une assez grande variété de sons musicaux. Mais pour faire usage de cet instrument il fallait se servir du gaz hydrogène pur. Or ce gaz présente plusieurs inconvénients au point de vue de la pratique. M. Kastner a donc cherché à substituer au gaz hydrogène le gaz de l'éclairage, qu'on se procure toujours facilement.

En introduisant deux flammes de gaz ordinaire dans un tube de verre, et en les tenant écartées, M. Kastner a constaté qu'aucun son n'était produit. Le carbone, qui se dépose dans les flammes du gaz de l'éclairage pendant sa combustion, était la cause de ce résultat négatif, puisque le gaz hydrogène pur, qui ne laisse déposer aucun corps solide pendant sa combustion, réalise si bien le phénomène. De là l'indication d'éliminer le charbon du gaz de l'éclairage, pour obtenir le résultat cherché. C'est ce que M. Kastner a fait.

Si l'on place dans un tube de cristal ou de toute autre matière, telle que métal, toile cirée, carton, etc., une flamme de gaz d'éclairage, cette flamme est *éclairante* ou *sonore*. Si la flamme est seulement *éclairante*, cas où l'air du tube ne vibre pas, sa forme est allongée et pointue à la partie supérieure. De plus, elle présente en son milieu un renflement sans rigidité, et obéit au plus petit courant d'air.

Mais, si la flamme est *sonore*, auquel cas l'air du tube est en vibration, sa forme est rétrécie, mince, en panache, avec un renflement au sommet. Le carbone est alors éliminé, pour la plus grande partie, mécaniquement.

Une photosphère enveloppe les flammes sonores qui sont alimentées par le gaz d'éclairage, ce qui n'a pas lieu à l'égard des flammes seulement lumineuses. Le carbone qui brûle contribue fortement alors à la clarté de la flamme. Or la photosphère enveloppant une flamme sonore renferme un mélange explosif d'oxygène et d'hydrogène, lequel fait vibrer l'air du tube.

La condition nécessaire pour produire le son avec toute son intensité réside dans l'ensemble des détonations qui, dans un temps donné, doivent être d'accord avec le nombre des vibrations repondant au son que le tube produit.

C'est pour déterminer cet accord que M. Kastner a augmenté le nombre des flammes. Il a mis quatre, cinq, six, etc., becs de gaz d'éclairage, dans le même tube. Comme la quantité de carbone qui se dépose dans la flamme est d'autant plus grande que sa hauteur est plus longue, il a fallu diminuer la hauteur des flammes, et en augmenter le nombre, afin d'avoir une surface de photosphères capable de produire la vibration dans le tube.

Dès que ces flammes sont mises en contact, le son cesse presque instantanément. Si on les sépare, les sons obtenus sont aussi nets qu'en opérant avec l'hydrogène.

Ce qui prouve que le carbone du gaz d'éclairage, dans une flamme sonore, est éliminé en presque totalité, c'est

qu'il se forme à la surface intérieure du tube un dépôt très-marqué de charbon, et que, pendant les vibrations du tube, la couche de charbon déposé augmente.

Il résulte de ces expériences que le *pyrophone* peut fonctionner aussi bien avec le gaz d'éclairage qu'avec l'hydrogène pur.

Pour ces deux gaz, le phénomène de l'*interférence* se produit dans les mêmes conditions, les flammes occupant toujours la même situation dans le tube, au tiers à partir de la base inférieure.

On pourrait faire cesser le son ainsi produit par un autre procédé que l'interférence. Imaginons une ou plusieurs flammes, placées au point convenable dans le tube, et faisons vibrer l'air intérieur, en perçant un trou à cette hauteur, le son n'aura plus lieu. On pourrait construire, d'après ce fait, un appareil musical qui serait une véritable *flûte à flammes chantantes*.

16

Nouvelles flammes sonores.

En faisant brûler le gaz de l'éclairage par l'extrémité d'un tube de 3 à 5 millimètres de diamètre, on obtient, dit M. Decharme, une flamme de 30 à 50 centimètres de hauteur. Si, à l'aide d'un autre tube analogue, on dirige contre cette flamme un courant d'air modéré (au moyen d'une boule en caoutchouc que l'on comprime à volonté), on produit des sons persistants et très-variés, selon le point d'attaque de la flamme et suivant la pression de l'air insufflé ou le rapport des diamètres des tubes.

Lorsque le jet d'air, prenant la flamme à sa partie supérieure, descend successivement jusqu'à 1 décimètre environ de sa base, on voit cette colonne de feu se diviser d'abord, s'abaisser, puis se tordre sous le jet, l'envelopper, le laisser passer en l'entourant d'un mince

liséré bleu clair; on entend alors un déchirement continu de ce voile lumineux. Lorsqu'on arrive à 2 ou 3 centimètres de l'orifice du bec de gaz (le tube soufflant étant tenu horizontalement et débouchant dans la flamme), il se produit un sifflement assez fort. Enfin, quand les deux tubes s'affleurent, se touchent, le sifflement peut devenir strident, ou bien, si la pression est faible, se changer en un son musical très-net et agréable à l'oreille.

L'expérience réussit bien encore avec un bec de Bunsen brûlant à blanc (les ouvertures latérales fermées), le tube soufflant étant placé horizontalement, un peu au-dessous de l'orifice du bec et au contact. Il est à peine nécessaire d'ajouter que, dans ces conditions, aucun son ne se produirait, s'il n'y avait pas de flamme.

En faisant varier les éléments du phénomène : nature et pression des gaz combustible et insufflé, position, diamètre, forme et nature des tubes, on obtient des modifications plus ou moins grandes relativement aux qualités des sons produits, aux formes et aux couleurs des flammes.

D'autre part, rien n'est plus curieux que de regarder ces flammes sonores au miroir tournant, de suivre leurs déformations subites, leurs solutions de continuité, et leurs vibrations rapides, que ce moyen permet d'analyser sans peine.

M. Decharme réserve pour une autre époque l'explication de ce fait; car il a, dit-il, quelques raisons de penser qu'ici l'air insufflé ne joue pas un rôle purement mécanique, mais encore un rôle chimique.

17

Un nouvel *exploseur* pour l'inflammation des mines par l'électricité.

Aujourd'hui, c'est au moyen d'un courant électrique que l'on enflamme, à distance, les fourneaux de mines. Un appareil nommé *exploseur*, inventé par M. Bréguet,

facilite considérablement cette opération. L'exploseur est un aimant permanent embobiné sur ses deux branches et auquel est appliquée une armature de fer doux. Quand on arrache brusquement l'armature, le galvanomètre accuse un courant en sens contraire du premier. C'est au premier de ces courants, celui dit d'arrachement (lequel est le plus fort), que M. Bréguet, par une très-heureuse combinaison de l'extra-courant d'ouverture, est parvenu à donner une force suffisante pour enflammer des amorces spéciales, à des distances très-grandes. Le grand *desideratum* des praticiens était d'arriver à enflammer le plus grand nombre possible d'amorces à la fois, tout en maintenant l'appareil dans les conditions voulues de poids, de volume et même de prix. C'est alors que M. Trève, capitaine de vaisseau, auquel la science de l'électro-magnétisme doit beaucoup de progrès importants, imagina le dispositif que nous allons décrire.

Il remplaça l'armature droite par un fer doux en fer à cheval, sensiblement de même section et de même poids que l'aimant et à branches embobinées.

L'aimant qu'il fit d'abord construire était à trois lames, il pesait 2570 grammes et pouvait porter 14 kilogrammes et demi. Le galvanomètre lui indiqua deux courants énergiques et de sens contraires, soit à l'arrachement, soit au rapprochement du fer doux. Un fait important ressort de cette expérience : le courant d'induction fourni par le fer doux est incomparablement plus intense que celui de l'aimant. De là à la réalisation pratique d'un exploseur à quatre bobines il n'y avait qu'un pas.

Cet exploseur fut employé pendant le siége de Paris, dans une circonstance que nous mentionnerons tout à l'heure.

Pour que de pareils effets se produisent, il faut que cet électro-aimant reçoive et emmagasine, à son contact avec l'aimant, une quantité considérable de magnétisme, tout le magnétisme libre de l'aimant. De là la perte apparente de magnétisme qu'éprouve ce dernier au con-

tact de toute armature, et dont témoigne si manifestement le déplacement de ses pôles.

C'est ici le lieu de rappeler les assertions de M. Trève à ce sujet. L'application d'une armature aux extrémités d'un aimant a pour effet immédiat, instantané, selon M. Trève, de déplacer les pôles, de les reculer d'une quantité toujours graphiquement très-mesurable. Il se passe donc ici un phénomène quelque peu identique à celui du calorique latent, dans l'acte de la vaporisation de l'eau. De même que la chaleur, dite *latente*, qui représente le travail mécanique opéré dans le changement si complet de l'état de ce corps, est nécessaire à ce changement d'état, de même le magnétisme latent, dit *dissimulé*, au contact d'une armature, se retrouve tout entier dans cette armature, *sous la forme d'un travail mécanique* dont l'expression réelle est l'intensité des courants d'induction fournis par les fils des bobines dont on l'a enveloppé. L'identité entre le calorique latent et le magnétisme latent paraît ainsi à peu près manifeste.

Cette opinion de M. Trève nous semble tout à fait rationnelle. Cet ingénieux physicien accentue encore une assertion qu'il a émise relativement aux déplacements polaires. En appliquant une armature sur un aimant, les pôles reculent instantanément. M. Trève a avancé que c'était là la cause réelle des courants d'induction qui naissent dans les bobines enveloppant les branches de l'aimant; il a voulu dire que ce phénomène se plaçait dans des conditions identiques à celles de l'expérience fondamentale de Faraday.

Pour former aisément et mécaniquement le courant d'induction ainsi produit, on plonge un aimant droit dans une bobine; l'intensité du courant induit, ainsi développée, dépend, pour un même aimant, de la rapidité avec laquelle on plonge ou retire l'aimant. En plongeant doucement, on a un courant énergique. L'intensité du courant est donc proportionnelle à la vitesse dont l'aimant, ou plutôt son pôle, est animé. Cette

vitesse n'est autre que l'espace parcouru dans l'unité de temps par ce pôle, au centre des forces, dans l'intérieur de la bobine.

Revenons à l'exploseur à quatre bobines. M. Trève fit remplacer l'électro en fer doux : 1° par un aimant embobiné, sensiblement égal en poids et en volume à l'aimant donné; 2° par un fer à cheval en acier, également embobiné. Il constata alors que les courants induits fournis dans ces deux cas, soit à l'arrachement, soit au rapprochement, étaient incomparablement inférieurs à ceux fournis par l'électro en fer doux.

Il faut en conclure que le fer doux absorbe, emmagasiné, une bien plus grande quantité de magnétisme que l'acier déjà aimanté ou non. Le fer doux offre moins de résistance que l'acier au passage du magnétisme. Il possède une plus grande capacité magnétique.

Voici maintenant les circonstances dans lesquelles M. Trève a utilisé son appareil, telles qu'il les raconte lui-même :

« En septembre 1870, dit M. Trève, à mon retour de Cherbourg, où, dans les premiers bruits de guerre, le ministre de la marine m'avait envoyé établir une seconde zone de torpilles au large de la digue, je proposai au gouvernement de miner certains points des environs de Paris.

« M. Dupuy de Lôme appuya mon projet et vint lui-même sur les lieux diriger mes opérations. Mais il était déjà tard; l'ennemi s'avançait à marches forcées, et le matériel ne répondait pas à nos besoins; il fallut tout improviser, et je ne saurais trop témoigner de reconnaissance à M. Bréguet pour les services qu'il nous a rendus dans ces tristes moments; c'est en grande partie à son activité et à son ardent patriotisme que nous devons d'avoir pu improviser les défenses de Cherbourg et de Paris.

« J'établis une première mine sur le plateau de Châtillon. C'était le 17 septembre; deux jours après nous perdions, on le sait, cette importante position.

« Le 20, dans l'après-midi, j'étais occupé à un travail analogue à Clamart, lorsque le colonel Crestin, commandant du fort de Vanves, où j'avais fait aboutir mes fils conducteurs

(1800 mètres), me fit prévenir que l'on apercevait du monde dans le petit bois qui couronne les hauteurs de Châtillon. J'accourus à Vanves; je reconnus la vérité de cette assertion et, sur le conseil de M. Crestin et de M. Brunon, colonel du génie, je fis éclater la mine. Disons, en passant, que nos travaux, dans lesquels j'avais été puissamment secondé par MM. Félix Hément et Pelet, étaient récents, que l'on n'avait pu faire perdre au terrain les traces des effeuillements qu'il avait subis : il était donc indiqué de mettre le feu à la mine *avant qu'elle fût éventée.* »

Bien que nos rapports militaires n'en aient pas fait mention, cet incident ne passa pas inaperçu chez l'ennemi. M. l'amiral de Dampierre d'Hornoy, notre ministre délégué, a eu entre les mains, après la capitulation de Paris, le numéro du 21 septembre 1870 d'un journal de Cologne dans lequel on trouve ces lignes :

« Les Français ont établi un grand nombre de mines entre Meudon et Montrouge; l'une d'elles a éclaté hier à Châtillon et blessé quelques soldats bavarois. »

On se rappellera peut-être l'impression produite à Paris par la perte de la bataille de Châtillon, qui mettait l'ennemi à nos portes. Nous ignorons s'il est jamais entré dans les intentions des Prussiens d'en profiter et de tenter un coup d'audace sur cette partie de la ville; mais, impressionné lui-même par une mine éclatant sous ses pieds à une telle distance, et croyant tout le terrain miné jusqu'aux remparts, il est très-possible que l'ennemi ait renoncé à subir les énormes pertes qui en eussent été la conséquence, pour obtenir un résultat peut-être problématique.

Il est donc permis de dire que le travail de M. Trève, que nous venons d'analyser, fut utile à la défense de notre capitale.

18

Influence de la pression sur la combustion.

Les principes posés par M. H. Deville ont permis de réaliser des expériences qui montrent comment se modifient les phénomènes de la combustion, sous des pressions qui peuvent atteindre 30 et 35 atmosphères.

M. Cailletet, qui a fait ces expériences, pouvait disposer de volumes d'air comprimé s'élevant à plusieurs centaines de litres.

Les appareils employés se composent de pompes et de réservoirs devant contenir les gaz comprimés. Les cuirs emboutis sont recouverts d'une couche d'eau ou de glycérine; cette couche liquide refroidit les gaz comprimés et s'oppose à leur retour. On dirige facilement les gaz avec des tubes en toile recouverts de caoutchouc. Les réservoirs cylindriques en tôle ont supporté 60 atmosphères.

L'appareil-laboratoire est en fer fretté; sa forme est celle d'un cylindre creux. Il résiste à plus de 300 atmosphères. Vers la moitié de la hauteur du cylindre, quatre ouvertures sont pratiquées pour recevoir : 1° le tube abducteur des gaz; 2° le robinet de purge ; 3° le tube du manomètre; 4° une lunette formée de glaces épaisses pour examiner ce qui se passe dans l'appareil.

L'espace cylindrique vide a 1 décimètre de diamètre; son volume, d'environ 4 litres, peut contenir des lampes ou des substances dont on veut étudier la combustion.

On opère l'occlusion avec une feuille de caoutchouc, sur laquelle s'adapte un obturateur en métal et à vis, dont on facilite la manœuvre avec des contre-poids.

Quand on place une bougie dans l'appareil, on voit augmenter l'éclat de sa flamme avec la pression de l'air

introduit. A l'air libre, la base de la flamme est transparente et à peine bleuâtre; elle devient dans l'air comprimé blanche et très-lumineuse. Ensuite on voit circuler des nuages épais de fumée qui s'échappent par les robinets de purge. On ne peut attribuer au manque d'oxygène la production de cette fumée, car l'air qui s'échappe entretient la combustion d'une autre bougie disposée sous une cloche.

La flamme devient rougeâtre par l'interposition de cette fumée. L'expérience terminée, on remarque que la mèche est fortement charbonnée; la combustion est devenue incomplète, ainsi que le témoigne le noir de fumée, dû probablement à la dissociation des gaz carburés.

La chaleur, qui augmente dans cette expérience, n'est cependant pas suffisante pour faire brûler un fil de fer porté au rouge.

Par la pression, l'éclat de la flamme du phosphore n'augmente pas sensiblement.

La flamme du soufre est plus foncée dans ces conditions; elle est plus vive et colorée en jaune rose sur les bords.

Une coloration violette accompagne la flamme de potassium, qui est brillante.

Un petit fourneau plein de charbon de bois allumé a été placé dans l'appareil sous une pression d'air de 25 atmosphères; la combustion n'a pas paru plus vive qu'à l'air libre.

En opérant sur une flamme à alcool donnée par une lampe, d'un seul fil de coton, on voit son éclat augmenter avec la pression. Vers 18 ou 20 atmosphères cette lumière est blanche, brillante et aussi éclairante que celle d'une bougie. Le spectre qu'elle donne est continu et plus étendu que sous la pression atmosphérique. La raie est seule visible, elle semble élargie.

Le sulfure de carbone donne aussi une flamme plus brillante et plus lumineuse qu'à l'air libre.

L'expérience tentée avec l'hydrogène n'a pu réussir.

Il résulte de ce qui précède que la température de la combustion des corps augmente avec la pression, mais cet accroissement n'est pas très-grand.

Les rayons chimiques prennent aussi une activité qui grandit avec la pression. Pour mettre ce fait en évidence, M. Cailletet a réuni au fond d'une boîte noircie un certain nombre de tubes aplatis renfermant des substances phosphorescentes. Cette boîte était à coulisses et devant la fenêtre de l'appareil.

19

Lampe à sulfure de carbone et à oxyde d'azote, applicable à la photographie.

Voici une invention véritablement pratique et d'une incontestable utilité. Les flammes artificielles employées jusqu'ici par les photographes laissaient toutes quelque chose à désirer. La nouvelle lumière proposée par MM. Delachanal et Mesenet paraît répondre complétement au *desideratum* posé depuis longtemps par les praticiens.

Quand on enflamme du bioxyde d'azote dans un flacon qui contient de la vapeur de sulfure de carbone, on voit se produire une lueur éblouissante.

La lampe qui a été construite pour utiliser ce puissant et nouvel éclairage se compose d'un flacon à deux tubulures, de la contenance de 500 centimètres cubes, qu'on remplit avec des fragments de coke ou de pierre-ponce desséchée, imbibés de sulfure de carbone. On fait passer un tube dans la tubulure centrale, qui s'arrête à un demi-centimètre du fond du flacon. Un autre tube de verre, d'environ 20 centimètres, est fixé dans l'autre tubulure, qui contient de la paille de fer fortement tassée. Cette paille de fer fonctionne comme une toile métallique

de sûreté : elle empêche le retour de la flamme vers le réservoir, pour prévenir les explosions.

Le bioxyde d'azote est introduit dans le flacon; le mélange gazeux qui en provient circule, au moyen d'un tube en caoutchouc, dans une espèce de bec Bunsen, privé de la prise d'air et du petit ajutage conique qui règle le courant gazeux; ce bec est lui-même rempli de paille de fer.

Pour produire le gaz bioxyde d'azote, on se sert du grand appareil de M. Sainte-Claire Deville. Le gaz prend naissance par l'action du fer sur un mélange d'acides azotique et sulfurique. Des fragments de fer en barre sont disposés sur une couche de tessons en porcelaine contenue dans l'un des flacons. Dans l'autre flacon est le mélange des acides. Un tube en caoutchouc sert à établir la communication par les tubulures inférieures. Dans le bouchon du vase renfermant le fer passe un robinet qui donne le moyen de régler la sortie du gaz.

Avec l'appareil que nous venons de décrire on peut produire une flamme éblouissante de vingt-cinq centimètres de hauteur.

Du chlorure d'argent récemment précipité a été étalé sur un carton et disposé dans une chambre noire éclairée par la nouvelle lampe; il a pris au bout de peu de temps une teinte d'un noir violacé. Cette énergique réduction est l'indice d'un pouvoir photogénique qui surpasse de beaucoup celui des lumières artificielles employées jusqu'à ce jour en photographie. Ce pouvoir photogénique est plus grand que celui du magnésium ; il est deux fois plus considérable que celui de la lumière oxyhydrique, et trois fois plus grand que celui de la lumière électrique. La flamme de cette lampe n'est pas intermittente; elle n'éprouve pas ces extinctions spontanées qui sont si à craindre avec la lumière électrique; elle a une étendue qui permet d'éclairer de grandes surfaces, et les yeux en supportent l'éclat sans fatigue; enfin son prix de revient est inférieur à celui des autres lumières artificielles.

Toutes ces propriétés font espérer que la *lampe au bioxyde d'azote et au sulfure de carbone* rendra de grands services pour les reproductions photographiques.

20

La catastrophe du *Zénith*.

La catastrophe du *Zénith*, qui a privé les sciences d'observation de deux intrépides et intelligents investigateurs, a produit, dans le monde scientifique et dans le monde étranger aux sciences, la plus douloureuse sensation. Avant d'en commencer le récit, nous exprimerons un regret et un reproche. La catastrophe du *Zénith* a été causée certainement par un défaut de précautions. Une imprudence excessive avait présidé aux préparatifs d'une ascension faite dans le but, bien arrêté d'avance, de s'élever aux plus hauts sommets de l'air. L'expérience se faisait, non-seulement sous l'inspiration de l'Académie des sciences, représentée par l'un de ses membres, mais encore sous les auspices d'un professeur du Collége de France. Le programme des opérations à exécuter avait été tracé avec précision aux explorateurs, et ce programme se rapportait à des déterminations météorologiques à faire dans les plus hautes régions qu'un aérostat pût atteindre. Et c'est à peine si l'on avait songé à assurer la respiration des navigateurs aériens dans les régions d'une altitude extrême ! Trois petits ballons de caoutchouc contenant 70 pour 100 d'oxygène, et capables d'entretenir la respiration pendant une heure au plus, voilà ce qu'emportaient les voyageurs. N'aurait-on pas dû songer, non-seulement à les munir d'une plus forte proportion de gaz respirable, mais encore à rendre, au moyen d'une espèce de masque posé devant la bouche, la respiration de l'oxygène automatique, forcée, pour ainsi dire? On avait donc oublié combien est dangereux, foudroyant, l'arrêt subit

de la respiration ! On n'avait donc jamais vu un homme tomber subitement sans connaissance, parce qu'une quinte de toux a suspendu, pour quelques secondes seulement, sa respiration ! On n'avait donc pas lu dans l'ouvrage de MM. Glaisher, Fonvielle et Gaston Tissandier, les *Voyages aériens*, le récit de l'ascension de MM. Glaisher et Coxwell, dans laquelle M. Glaisher manqua de perdre la vie après avoir dépassé l'altitude de 8,000 mètres, et ne dut son salut qu'à un miraculeux hasard ! Arrivé à cette hauteur, M. Glaisher tombe subitement sans connaissance, au fond de sa nacelle, et, s'il ne périt pas, c'est que Coxwell, tout défaillant lui-même, a pourtant la force de tirer avec ses dents la corde de la soupape, et de provoquer ainsi une descente rapide. On ne savait donc pas que, quand la respiration vient à lui manquer pour le plus petit espace de temps, l'homme n'a plus conscience de lui-même, et qu'il accomplit alors des actes involontaires, qui sont de véritables suicides ! Si l'on avait réfléchi à tout cela, on n'aurait pas expédié dans les régions irrespirables un aérostat monté par trois hommes, sans plus de précautions ni de préparatifs que s'il se fût agi d'une ascension en ballon captif.

Nous abrégeons ces réflexions pénibles, pour arriver au récit de l'événement.

La mission scientifique aérienne donnée à MM. Crocé-Spinelli, Sivel et Tissandier, et dont les frais étaient supportés en partie par une souscription recueillie par la Société de navigation aérienne, et pour la plus grande partie par l'Académie des sciences elle-même, était de compléter les données recueillies dans une ascension qui avait été faite, le 23 mars 1874, par MM. Crocé-Spinelli et Sivel, et dans laquelle on avait accompli un voyage de vingt-trois heures au-dessus de toute la France[1]. On avait fait, dans cette belle ascension, d'importantes déterminations météorologiques ; il s'agissait de les com-

1. Voir la 18e *Année scientifique* (1874), pages 142-146.

pléter à la plus grande hauteur à laquelle on pût parvenir. Il fallait constater s'il existe à ces hauteurs excessives de la vapeur d'eau et quelle est la proportion du gaz acide carbonique. On emportait les mêmes appareils scientifiques qui avaient servi le 23 mars 1874, et l'on partait dans le même ballon. M. Gaston Tissandier devait doser le gaz acide carbonique au moyen d'un appareil dit *aspirateur*, et qui se compose d'un tube à potasse dans lequel on fait passer un volume connu d'air, pour retenir l'acide carbonique. M. Crocé-Spinelli devait rechercher la vapeur d'eau par des observations spectroscopiques. M. Sivel, aéronaute de profession, dirigeait l'esquif aérien.

Tout le monde connaît le déplorable résultat de ce voyage. Deux heures seulement après le départ, Spinelli et Sivel étaient foudroyés par l'apoplexie pulmonaire, et Gaston Tissandier gisait, à demi mort, près de deux cadavres. Il dut son salut, d'après ce qu'il assure, à ce qu'il tomba en syncope, et que sa respiration fut ainsi suspendue pendant qu'il flottait dans des espaces à peu près vides d'air.

Comment expliquer ce malheur? D'abord par la quantité insuffisante de gaz oxygène que l'on avait emportée, ensuite par la trop grande rapidité de l'ascension. L'air diminue de masse à mesure que l'on s'élève en hauteur: par conséquent la respiration pulmonaire s'effectue avec d'autant plus de difficulté qu'on est plus élevé au-dessus du sol. La *raréfaction* de l'air (c'est-à-dire son poids moindre sous le même volume) est déjà telle à cinq ou six mille mètres, qu'on a de la peine à respirer, et qu'on ne pourrait rester impunément pendant un certain temps à une telle hauteur. Mais, indépendamment de l'insuffisance de l'air, à partir d'une certaine altitude, il y a une autre cause de danger pour la vie des êtres animés : c'est la diminution de la pression atmosphérique. Sur la terre, la pression atmosphérique qui comprime notre corps à l'extérieur est équilibrée à l'intérieur par les liquides qui circulent dans les organes. Si cette pression

extérieure vient à diminuer, par suite du transport du corps dans une région plus élevée, cet équilibre est rompu ; il y a excès de la pression intérieure sur celle du dehors, et de là peuvent résulter les accidents les plus graves. Ces accidents consistent surtout en un trouble dans la circulation du sang. Si on s'élève beaucoup, le sang sort par le nez, par les oreilles; les lèvres bleuissent : on est exposé à une apoplexie pulmonaire. Dès que l'aéronaute commence à respirer avec peine et à souffrir du manque d'air, il doit donc prendre garde à lui et ne s'élever qu'avec précaution. Il est à craindre qu'il ne soit bientôt plus assez maître de ses mouvements pour pouvoir respirer le gaz oxygène qu'il a emporté comme moyen de salut.

Ainsi, une précaution essentielle pour l'aéronaute, c'est de s'élever avec lenteur, afin que son corps ne passe pas avec une trop grande rapidité de la pression extérieure normale à une pression insuffisante. En procédant graduellement, il peut rendre beaucoup moins dangereux ce passage de la pression ordinaire à une faible pression, ses organes ayant le temps de s'y préparer et de réagir contre cette cause d'accidents. Les ouvriers qui travaillent dans l'air comprimé, pour la fondation des piles de pont sous l'eau, ont bien soin de ménager cette transition du passage de l'air extérieur à l'atmosphère d'air comprimé, et ceux qui s'abstiennent de cette précaution en sont les victimes. Les crachements de sang, les saignements de nez, les vertiges, auxquels sont sujets les ouvriers qui travaillent dans l'air comprimé, ont pour cause le mépris de la transition d'une atmosphère à une autre. Ce qui est vrai pour l'air comprimé l'est également pour l'air raréfié, car c'est la même cause agissant dans un sens inverse. L'air comprimé produit des épanchements et intravasations des liquides du corps de l'extérieur à l'intérieur; l'air raréfié provoque des extravasations, des épanchements du sang du dedans au dehors. Mais dans l'un et l'autre cas on peut éviter ces dangers

en ne se soumettant que progressivement à la différence de pression.

Nous sommes convaincu que dans le cas du *Zénith* la trop grande rapidité de l'ascension a été pour beaucoup dans la catastrophe. C'est le passage trop subit de la pression normale à une très-faible pression qui est devenu la cause originaire du malheur. Les trois aéronautes ont été, pour ainsi dire, sidérés par l'atmosphère raréfiée dans laquelle ils se sont trouvés trop rapidement transportés. De là est résulté un anéantissement des facultés qui a déterminé, comme il arrive dans ces sortes de cas, des actes involontaires, inconscients, qui ont causé leur mort. C'est, en effet, parce qu'ils ont perdu subitement la possession de leur intelligence, que l'un des aéronautes coupe les sacs de sable pour s'élever plus haut, alors qu'il aurait dû, au contraire, ouvrir la soupape pour redescendre. C'est pour cela que l'autre jette par-dessus le bord les couvertures, et jusqu'aux appareils que l'Académie avait mis entre ses mains pour faire des expériences.

Ainsi, défaut de prudence qui a empêché de munir les aéronautes des appareils recommandés contre l'asphyxie, trop grande rapidité de l'ascension, telles sont les deux causes qui, selon nous, expliquent la catastrophe du *Zénith*.

Quoi qu'il en soit d'un événement dont les détails ne seront sans doute jamais bien connus, le lendemain, à six heures du matin, un télégramme annonçait la catastrophe à M. Albert Tissandier, frère de l'un des trois aéronautes.

Ce télégramme fut suivi d'une lettre de M. Gaston Tissandier. Nous croyons devoir la reproduire, parce qu'elle est indispensable à l'intelligence de la suite du récit :

« Ciron (Indre), 16 avril.

« Cher monsieur,

« Un télégramme envoyé par voie officielle vous a appris l'épouvantable malheur qui nous a frappés. Sivel et Crocé-

Spinelli ne sont plus; l'apoplexie les a saisis dans les hautes régions de l'air que nous avons atteintes.

« Je vous dirai ce que je peux savoir de ce drame, car, pendant deux heures consécutives, je me suis trouvé dans un état d'anéantissement complet.

« L'ascension de l'usine à gaz de La Villette s'est bien accomplie; à une heure de l'après-midi, nous étions à plus de 5000 mètres (pression 400); nous avions fait passer l'air dans les tubes à potasse, tâté nos pulsations, mesuré la température intérieure du ballon, qui était de 20°, tandis que l'air extérieur était de — 5°. Sivel avait arrimé la nacelle, Crocé s'était servi de son spectroscope. Nous nous sentions tout joyeux.

« Sivel jette du lest; bientôt nous montons tout en respirant de l'oxygène qui produit un effet excellent.

« A 1 heure 20, le baromètre marque 320, nous sommes à l'altitude de 7000; la température est de — 10°. Sivel et Crocé sont pâles et je me sens faible. Je respire de l'oxygène qui me ranime un peu. Nous montons encore.

« Sivel se tourne vers moi et me dit : « Nous avons beaucoup de lest, faut-il en jeter? »

« Je lui réponds : « Faites ce que vous voudrez. » Il se tourne vers Crocé et lui fait la même question. Crocé baisse la tête avec signe d'affirmation très-énergique.

« Il y avait dans la nacelle au moins cinq sacs de lest; il y en avait quatre au moins pendant en dehors par des cordelettes.

« Sivel saisit son couteau et coupe successivement trois cordes. Les trois sacs se vident et nous montons rapidement.

« Je me sens tout à coup si faible que je ne peux même pas tourner la tête pour regarder mes compagnons qui, je crois, se sont assis.

« Je veux saisir le tube à oxygène, mais il m'est impossible de lever les bras. Mon esprit était encore très-lucide : j'avais les yeux sur le baromètre, et je vois l'aiguille passer sur le chiffre de la pression 290, puis 280, qu'elle dépasse. Je veux m'écrier : « Nous sommes à 8000 mètres! » mais ma langue est presque comme paralysée.

« Tout à coup je ferme les yeux et je tombe inerte, perdant absolument le souvenir : il était environ une heure et demie.

« A 2 h. 8 m. je me réveille un moment; le ballon descendait rapidement, j'ai pu couper un sac de lest pour arrêter la

vitesse et écrire sur mon registre de bord les lignes suivantes que je recopie :

« Nous descendons. Température – 8°, je jette lest : H=315. Nous descendons, Sivel et Crocé évanouis au fond de la nacelle. Descendons très-fort. »

« A peine ai-je écrit ces mots, qu'une sorte de tremblement me saisit, et je retombe évanoui encore une fois. Je ressentais un vent violent qui indiquait une descente très-rapide. Quelques moments après, je me sens secouer par les bras, et je reconnais Crocé qui s'est ranimé : « Jetez du lest, me dit-il, nous descendons. » Mais c'est à peine si je puis ouvrir les yeux et je n'ai pas vu si Sivel était réveillé. Je me rappelle que Crocé a détaché l'aspirateur, qu'il a jeté par-dessus bord, et qu'il a jeté du lest, des couvertures, etc.

« Tout cela est souvenir extrêmement confus, qui s'éteint vite, car je retombe dans mon inertie, plus complétement encore qu'auparavant, et il me semble que je m'endors d'un sommeil éternel.

« Que s'est-il passé? Je suppose que le ballon délesté, imperméable comme il l'était, et très-chaud, a remonté encore une fois dans les hautes régions.

« A trois heures environ, je rouvre les yeux, je me sens étourdi, affaissé, mais mon esprit se ranime. Le ballon descend avec une vitesse effrayante, la nacelle est balancée avec violence et décrit de grandes oscillations; je me trouve sur mes genoux et je tire Sivel par le bras, ainsi que Crocé.

« Sivel ! Crocé ! m'écriai-je, réveillez-vous ! »

« Mes deux compagnons étaient accroupis dans la nacelle, la tête cachée sous leurs manteaux. Je rassemble mes forces et j'essaye de les soulever. Sivel avait la figure noire, les yeux ternes, la bouche béante et remplie de sang; Crocé-Spinelli avait les yeux fermés et la bouche ensanglantée.

« Vous dire ce qui se passa alors m'est impossible. Je ressentais un vent effroyable de bas en haut. Nous étions encore à 6000 mètres d'altitude. Il y avait encore dans la nacelle deux sacs de lest que j'ai jetés. Bientôt la terre se rapproche. Je veux saisir mon couteau pour couper la cordelette de l'ancre : impossible de le retrouver! J'étais comme fou, et je continuais à appeler : « Sivel ! Sivel ! »

« Par bonheur j'ai pu mettre la main sur un couteau et détacher l'ancre au moment voulu. Le choc à terre fut d'une violence extrême. Le ballon sembla s'aplatir, et je crus qu'il

allait rester en place; mais le vent était violent et l'entraîna; l'ancre ne mordait pas et la nacelle glissait à plat sur les champs.

« Les corps de mes malheureux amis étaient cahotés çà et là, et je croyais à tout moment qu'ils allaient tomber de la nacelle. Cependant j'ai pu saisir la corde de la soupape, et le ballon n'a pas tardé à se vider, puis à s'éventrer contre un arbre. Il était quatre heures.

« En mettant pied à terre, j'ai été saisi d'une surexcitation fébrile violente, et bientôt je me suis affaissé en devenant livide; j'ai cru que j'allais rejoindre mes amis dans l'autre monde. Cependant je me remis peu à peu.

« J'ai été auprès de mes malheureux compagnons, qui étaient déjà froids et crispés. J'ai fait porter leurs corps à l'abri dans une grange voisine! Les sanglots m'étouffaient et m'étouffent encore!

« Je suis à Ciron, près Le Blanc (Indre), où j'ai trouvé l'hospitalité la plus parfaite

« J'ai eu la fièvre toute la nuit; je n'ai pas encore pu manger quoi que ce soit et je suis bien faible.

« Je vous embrasse.

« GASTON TISSANDIER. »

On a retrouvé tous les objets jetés par Crocé-Spinelli. D'après une lettre du maire de Courmenin (Loir-et-Cher), l'aspirateur, une petite boîte ouatée contenant le spectroscope, une couverture, une bâche, sont tombés dans cette commune, auprès d'une femme et de deux enfants, qui furent effrayés par cette apparition et qui ne virent pas le ballon. Ces objets, pour la plupart, étaient tachés de sang.

L'*Ordre républicain* de Châteauroux a pu recueillir quelques renseignements qui doivent trouver leur place à côté de ceux fournis par M. Gaston Tissandier.

C'était peu d'instants après la mort de ses deux compagnons. M. Tissandier aperçoit Sivel et Crocé-Spinelli couchés, inertes, dans la nacelle. Il les croit évanouis, il les appelle, les secoue, mais ils restent sans mouvement. Le sang s'échappait de leur nez, de leur bouche, de leurs

oreilles. M. Tissandier se souvint alors de cette phrase, dite par Sivel au moment du départ : « Celui-là de nous trois sera heureux qui reviendra ! » L'aéronaute, affolé, ne peut rien pour rappeler ses amis à la vie. Cependant le ballon descend toujours, les plaines défilent sous lui, comme emportées dans une course infernale. La Creuse est franchie. Enfin, la terre est toute proche.

M. Tissandier jette l'ancre, mais sa première tentative reste sans résultat. Le *Zénith*, après avoir effleuré les arbres du parc de la Barre, vient frapper contre un orme. La secousse est terrible, mais le danger a rendu tout son sang-froid à M. Tissandier. Il monte dans les cordages et crève l'enveloppe du ballon. Pour la seconde fois, il jette l'ancre, voit des hommes courir à lui. Il se précipite hors de la nacelle, pour leur donner plus facilement des instructions qu'ils semblaient ne pas avoir entendues. On se suspend aux cordes, et le *Zénith* est enfin arrêté aux Néraux, commune de Ciron. Dans la nacelle gisent les deux cadavres de Sivel et Crocé-Spinelli.

M. Tissandier reçut chez M. Henry, fermier, tous les soins qu'exigeait son état. Il est resté sourd pendant quelques heures et a été fortement contusionné.

Voici les notes écrites par M. Tissandier sur son carnet pendant les premières heures de l'ascension :

« Je reprends la suite de Crocé-Spinelli, pendant qu'il fait ses expériences spectroscopiques. Mes pulsations sont de 110 à la minute. Nous sommes à 3000 mètres. Notre thermomètre, placé à l'intérieur du ballon, marque 25 degrés au-dessus de zéro dans l'intérieur; 10 degrés au-dessous dans la nacelle. Crocé-Spinelli, tâté, a 120 pulsations. 1 h. 10 m., sommes à 6000 mètres moins cinq. Nous allons bien.... Maintenant, 6500 mètres. Un peu d'oppression. Mains gelées légèrement.... Nous allons mieux.... Mains gelées.... Crocé souffle. Respirons oxygène dans ballonnets, Sivel et Crocé ferment les yeux... Pâles.... Un peu de mieux, même un peu gais. Crocé me dit en riant : « Tu souffles comme un marsouin.... » 1 h. 20 m., sommes 7000 mètres. Sivel paraît assoupi.... Sivel et Crocé sont

pâles, pâles.... 7400 mètres (sommeil).... 7500. Sivel jette lest encore.... Sivel jette lest. »

Ce sont les derniers mots écrits par M. Tissandier.

Ce peu de mots suffit pour établir qu'avant d'avoir atteint l'altitude de 7000 mètres les aéronautes auraient dû cesser de jeter du lest, puisque la pâleur et l'assoupissement étaient les précurseurs des graves accidents qui les attendaient.

Quelle est la hauteur maximum à laquelle le *Zénith* est parvenu? Nous verrons tout à l'heure, d'après une communication faite par M. Tissandier à l'Académie des sciences, qu'elle a dû être de 8600 mètres environ.

Que penser maintenant de l'assertion du physicien anglais, M. Glaisher, qui prétend avoir atteint 10000 ou 11 000 mètres? La vie est-elle possible dans de pareilles régions sans un approvisionnement d'oxygène, que n'avait pas M. Glaisher? Nous ne le pensons pas. M. Glaisher a dû se tromper sur l'estimation de la hauteur maximum qu'il a atteinte. Nous n'avons pas vu, du reste, que cette estimation ait jamais été appuyée sur des documents certains, provenant des observations de M. Glaisher.

Lorsque à trois heures et quart environ M. Tissandier revint à lui, il était à 6000 mètres de hauteur, et ses deux malheureux compagnons étaient morts. C'est donc dans la deuxième montée, qui correspond à la jetée de l'aspirateur, pesant 40 kilogrammes, que moururent Sivel et Crocé-Spinelli. Ainsi, il y eut deux perturbations organiques, dues à la raréfaction de l'air en un temps très-court. Comment s'étonner alors de la catastrophe qui en résulta? Ce qui étonne, c'est que M. Tissandier ait survécu. Son tempérament, différent de celui de ses deux compagnons, en est sans doute la cause.

Comment obvier, à l'avenir, aux dangers qui sont inhérents aux voyages aériens à de grandes hauteurs? C'est

là une question que chacun se pose, mais qu'il est bien difficile de résoudre.

Certainement, une provision d'oxygène est une excellente précaution ; mais on a vu qu'elle est loin de suffire, puisque à 7000 mètres les mouvements de l'expérimentateur sont empêchés à ce point qu'il ne peut saisir le tube aspirateur qui communique aux sacs pleins d'air vital. Il importerait donc de mettre l'aéronaute à l'abri de l'action de l'air raréfié, en conservant, si cela est possible, autour de lui, une pression normale ou à peu près normale, c'est-à-dire peu différente de celle de la surface du sol.

M. Denayrouse a proposé d'appliquer le *scaphandre* du plongeur sous-marin à composer une armature dans laquelle le corps de l'aéronaute serait enveloppé, et qui renfermerait de l'air à la pression ordinaire, c'est-à-dire ne communiquant pas avec le milieu ambiant. Mais cet appareil n'a pas encore été construit. Serait-il en toile, comme celui du plongeur? Évident non. On le fabriquerait en métal, dit M. Denayrouse. L'aéronaute serait donc placé dans une espèce de tonneau, avec des vitres aux yeux, comme le plongeur sous-marin. Mais comment pourrait-il se servir de ses bras, ainsi enfermé de toutes parts dans une caisse de métal? On promènerait dans les airs une véritable momie, avec cette cage de fer.

Arrivons à l'exposé qu'a fait M. Gaston Tissandier, devant l'Académie des sciences, des quelques résultats scientifiques de l'expédition si malheureusement terminée. Voici le résumé de sa communication.

Les observations thermométriques ont donné une décroissance de la température jusqu'à la hauteur de 8000 mètres. En partant, le thermomètre indiquait à la surface du sol 14 degrés au-dessus de zéro ; le zéro était atteint à 4387 mètres. Il y avait —10 degrés à 7000 mètres et —11 à 7400 mètres. A la première montée, la température intérieure était de + 19 degrés au centre et

de + 22 près de la soupape à une altitude de 4600 et 5000 mètres.

L'ascension eut lieu rapidement. La température des couches d'air décroît, tandis que celle du ballon reste à peu près stationnaire, ce qui diminue sa force ascensionnelle. Les voyageurs réservaient leurs forces pour les régions les plus élevées, sans soupçonner le dénoûment funeste qui les attendait. En ce qui concerne les effets de l'ascension sur la circulation, à 4602 mètres il y avait 110 pulsations à la minute; à 5300 mètres M. Sivel en comptait 155 avec 37 degrés 9 dixièmes pour la température de sa bouche. A terre, M. Crocé-Spinelli comptait 74 pulsations; M. Sivel, 76 à 86, et M. Gaston Tissandier, 70 à 80.

Au delà de 5000 mètres, Crocé-Spinelli a signalé l'absence de la vapeur d'eau dans l'air. Le ciel était bleu et limpide; une nappe de cirrus fut observée à 4500 mètres; à 7000 mètres la masse des cirrus était plus compacte; on distinguait une petite portion de la surface terrestre qui formait comme la base d'un cylindre. Jusqu'à 7000 mètres les aéronautes n'éprouvèrent pas d'inconvénients sérieux; mais à 7600 mètres ils étaient pâles, à l'altitude de 7000 mètres ils respirèrent de l'oxygène qui leur fit beaucoup de bien.

Vers 7500 mètres, une immobilité saisit les voyageurs, ils s'engourdissent; M. Sivel vide alors ses trois sacs de lest. Le corps et l'esprit s'affaiblissaient peu à peu. A ces hauteurs, on ne souffre pas, on devient indifférent, on ne pense plus au danger, on est heureux de s'élever de plus en plus. Le vertige des hautes régions n'est donc pas un vain mot. Bientôt M. Sivel s'assit, comme l'était M. Crocé-Spinelli; M. G. Tissandier s'appuya comme il put; il devint très-faible, sans pouvoir tourner la tête; il ne pouvait lever les bras, pour saisir le tube et respirer l'oxygène. Son esprit avait conservé quelque lucidité, il lut la pression de 290 à 280 millimètres; mais sa langue était paralysée.

A une heure trente minutes, il tombe inerte. A deux heures huit minutes, il se réveille et vide un sac de lest ; la pression était de 315 millimètres et l'altitude de 7059 mètres ; il était alors deux heures vingt minutes. Il s'affaissa de nouveau ; le vent était violent. Crocé-Spinelli se réveille à son tour et jette du lest ; il lance par-dessus le bord l'aspirateur, qui pesait 17 kilogrammes. Le ballon, imperméable et très-chaud, remonte encore. Aucun des trois aéronautes ne peut tirer la soupape pour redescendre, et M. Tissandier perd encore connaissance. Ce ne fut qu'à trois heures trente minutes qu'il se ranima ; la hauteur était de 6000 mètres. Ses compagnons avaient cessé de vivre. Leur visage était noir, ils avaient les yeux à demi fermés, la bouche entr'ouverte, ensanglantée et froide.

La descente eut lieu, avons-nous dit, à quatre heures, à 250 kilomètres de Paris, après un séjour de quatre heures vingt-cinq minutes dans les airs. M. Tissandier s'est assuré que le *Zénith* n'a pas dévié de sa route. Sa vitesse était plus considérable en haut qu'en bas. Les papiers jetés ont mis trente minutes pour descendre jusqu'à terre.

La boîte renfermant les *tubes barométriques* a été ouverte dans le laboratoire de la Sorbonne, huit jours après l'événement, pour connaître quelle était la hauteur maximum atteinte.

Ces *tubes barométriques*, qui ont été imaginés par M. Janssen, construits en fer, et qui ont 50 centimètres de long, sont remplis de mercure et recourbés en bas. Sous l'influence de la dépression, le mercure s'échappe en gouttelettes, et, après le voyage, la quantité de mercure qui reste dans le tube permet de déterminer la pression correspondante. L'un de ces tubes était cassé, d'autres fonctionnaient mal, mais deux ont présenté une marche régulière. On a trouvé ainsi que la plus faible pression était de 264 à 260 millimètres, ce qui porte à 8600 mètres la hauteur maximum à laquelle est par-

venu le *Zénith*. M. Gaston Tissandier est persuadé que la hauteur de 8600 mètres répond à la première montée, et que ses amis ont perdu la vie lorsque le ballon a atteint pour la deuxième fois les régions élevées.

Telles sont les observations scientifiques faites pendant cette funeste ascension. Elles sont à peu près nulles, on le voit. Peut-on espérer des résultats plus intéressants de nouvelles ascensions à grande hauteur? Nous ne le croyons pas. On voudrait, dit-on, connaître la proportion de gaz acide carbonique qui existe dans l'air à 8000 ou 9000 mètres. Quelle est l'utilité de cette détermination? Reconnaître la proportion de gaz acide carbonique à 5000 ou 6000 mètres peut avoir un intérêt scientifique; mais pourquoi aller répéter l'expérience 2000 mètres plus haut? Même réflexion pour la vapeur d'eau.

Il serait donc à désirer que l'on renonçât à des expériences reconnues maintenant aussi téméraires qu'inutiles. On ne voit pas bien quelles données scientifiques on peut aller recueillir aux altitudes extrêmes de notre atmosphère, et l'on ne sait que trop que l'on peut y trouver la mort.

M. Faye a, du reste, dans une lettre adressée au président de l'Académie des sciences, fait ressortir avec autant de vigueur que de justesse les dangers de ces ascensions aérostatiques, non compensées par les résultats scientifiques qu'elles produisent :

« La mort lamentable des deux courageux jeunes hommes qui ont péri dans le voyage du *Zénith* doit être, écrit M. Faye, une leçon pour l'avenir. Désormais, l'Académie ne doit plus permettre les ascensions à longue portée. Il est une limite qui s'impose aux efforts de l'homme et qui les annule : c'est la syncope. Lorsqu'on affronte un semblable danger, les précautions prises contre le froid et même les provisions d'oxygène sont des préservatifs insuffisants. Il est démontré qu'au delà de 7000 à 8000 mètres le péril devient redoutable, sans offrir en échange aucun avantage sérieux. Aussi l'Académie doit-elle

interdire moralement toute ascension scientifique qui voudrait dépasser ces limites.

« La hauteur de 7000 mètres peut être prise comme limite extrême. Les observations qu'on peut faire dans ces régions répondent à tous les besoins. A quoi bon aller à 1000 mètres au delà? Peut-on avoir la prétention de sonder les 28 à 30 lieues d'atmosphère qui nous entourent, comme l'indique le niveau d'apparition des étoiles filantes? On possède assez de documents pour pouvoir calculer par induction les modifications de l'air dans les régions supérieures. Il y a des erreurs possibles dans ce calcul, mais qu'importe? Et ne sont-elles pas préférables au sacrifice d'existences précieuses? D'ailleurs, il faut à l'observateur une pleine possession de ses facultés. Les observations faites par un astronome évanoui ou en danger de mort ne sauraient offrir une certitude suffisante; et rien qu'à ce point de vue les témérités aéronautiques ne peuvent satisfaire aux conditions de la rigueur scientifique. Il restera encore assez à découvrir dans les 7000 mètres où l'on restreindra l'observation, et l'on n'aura pas du moins à redouter des malheurs semblables à celui qui vient d'émouvoir le monde entier. »

MÉCANIQUE

1

Utilisation de la chute du Rhône à Bellegarde.

Voici l'état actuel des travaux entrepris par la Compagnie de **Bellegarde** (Suisse) **pour l'utilisation de l'é**norme force hydraulique de la chute du Rhône.

Cette Compagnie fut autorisée, en 1872, à prendre dans le Rhône, à Bellegarde, un volume d'eau de 60 mètres cubes par seconde, et à l'employer, avec l'eau de la Valserine, comme force mécanique applicable à diverses industries. Les travaux furent commencés avec une force d'environ 12 000 chevaux. Une prise d'eau, faite en amont de la porte du Rhône, amène l'eau dans un grand tunnel de 550 mètres de long, s'étendant jusqu'au confluent du Rhône et de la Valserine. Là on a établi un bâtiment pour six turbines.

Chacune de ces turbines a été construite pour un débit compris entre 5188 et 6092 litres par seconde, pour une chute variant entre $13^m,01$ et $11^m,08$. Le rendement étant seulement de 70 pour 100, chaque turbine représente 630 chevaux de force.

Un bassin de réception sera construit dans le lit de la Valserine, dès qu'on aura utilisé cette force. Le bassin servira de point de départ à un nouveau tunnel dirigé du côté d'Arlod. On construira aussi un autre bâtiment

de turbines, afin de recevoir des moteurs mis en mouvement par l'eau amenée de ce canal.

L'eau de la Valserine peut être utilisée par la première série de turbines ou être rejetée lors des crues.

Pour construire le bâtiment des moteurs, il a fallu détourner le lit de la Valserine et construire une digue en pierres assez élevée pour dépasser le niveau des plus hautes eaux.

Les travaux entrepris par la Compagnie de Bellegarde sont divisés en trois séries :

1° Récepteurs hydrauliques utilisant la force motrice du Rhône et de la Valserine;

2° Transmission de ce pouvoir moteur sur les plateaux de Bellegarde et d'Arlod, et sa répartition aux diverses industries situées sur le parcours;

3° Extraction et lavage des phosphates calcaires pour engrais.

En ce qui concerne la transmission du pouvoir moteur, chaque turbine porte sur son arbre une roue d'angle qui, par l'intermédiaire d'un pignon denté, fait mouvoir deux grandes poulies ayant 5m,50 de diamètre et recevant les câbles de transmission. Chacune de ces poulies transmet jusqu'à 300 chevaux de force avec une vitesse de 70 tours par minute. Les câbles transmettent d'abord la force motrice, des turbines au niveau du plateau. Les câbles sont conduits sur le plateau, le long de routes et de railways sur les côtés desquels sont établies les industries. Il existe six stations de câbles.

Les pompes absorbent maintenant 100 chevaux; elles en emploieront 300 dans la suite. L'eau est distribuée aux différents services des usines et à l'exploitation des phosphates. Une grande fabrique de pâte de bois avec dix jeux de broyeurs absorbe 300 chevaux de force.

L'exploitation des phosphates absorbe également 300 chevaux de force.

D'autres usines ont été établies sur le plateau de Bellegarde. Les câbles transmettent la force motrice, qui

est vendue 200 à 300 francs par force de cheval et par an.

La localité de Bellegarde fut autrefois le lit d'un Océan; on y trouve des coquilles marines très-riches en phosphate de chaux, qui sont recueillies et vendues comme engrais phosphatique. On les extrait sous forme de roche, et on les passe dans des moulins où elles sont réduites en poudre; cette poudre est livrée à l'agriculture comme le meilleur engrais des céréales.

L'établissement mécanique de Bellegarde est une des grandes curiosités de la Suisse. Les touristes vont contempler les points de vue de ces pays; les savants iront bientôt avec autant de raison admirer les merveilles que l'industrie a réalisées en tirant parti de la force mécanique de la chute du Rhône.

2

Le halage par la vapeur.

L'amélioration des transports sur les cours d'eau et le perfectionnement des voies navigables sont des questions qui ont été traitées par M. Krantz, dans un rapport à l'Assemblée nationale. Cet ingénieur éminent a fait ressortir les avantages que l'industrie des transports doit retirer d'un système de batellerie convenablement organisé et fonctionnant avec régularité. M. Krantz pense que les voies navigables doivent concourir aussi efficacement que les chemins de fer à développer nos relations commerciales et industrielles.

Il n'y a pas à craindre, dit M. Krantz, qu'il s'établisse entre les canaux et les chemins de fer une rivalité qui serait nuisible à leurs intérêts respectifs. Le classement des marchandises entre ces deux moyens de transport est nettement défini : les chemins de fer bénéficieront tou-

jours des marchandises qui demandent une certaine vitesse de livraison, ainsi que de celles dont la valeur, relativement importante, permet l'application de tarifs élevés. Les voies navigables seront toujours consacrées à transporter les marchandises encombrantes et celles dont les délais de livraison n'exigent pas l'emploi de voies rapides.

Mais encore faut-il que la batellerie soit pourvue de moyens d'action suffisants pour offrir toute garantie dans la régularité de ses entreprises, et pour éviter les retards, quelquefois considérables, qui grèvent ses frais de transport jusqu'à annihiler, dans certains cas, l'économie résultant de son emploi.

Beaucoup de tentatives ont été faites dans le but d'arriver à substituer les moteurs à vapeur aux chevaux employés à remorquer les bateaux. Le système de touage à vapeur, qui est aujourd'hui si usité, est presque inapplicable aux canaux, parce que les écluses existantes ne permettent que le passage d'un bateau à la fois. On perdrait un temps énorme, si l'on devait écluser sur un canal un train tiré par un remorqueur à vapeur, comme cela se pratique si facilement aujourd'hui sur la Seine. Il faut également renoncer à pourvoir chaque bateau d'un remorqueur particulier, ainsi que cela a été proposé : la dépense incombant aux propriétaires de bateaux serait évidemment trop forte, et les berges des canaux risqueraient d'être rapidement endommagées par les remous causés par des bateaux ainsi actionnés. On a enfin conseillé de faire usage pour le halage des bateaux de la machine à vapeur, ou *locomotive routière*, mais on y a renoncé à cause du peu de mobilité de ces machines motrices et de la détérioration qu'elles causeraient aux chemins de halage.

Après toutes ces tentatives infructueuses, on a eu l'idée de poser sur les chemins de halage un rail sur lequel rouleraient des machines locomotives d'une disposition appropriée à leur service. Cela revient à une véritable voie ferrée, dont toute la dépense d'établissement se ré-

duirait à la pose d'un rail léger sur un terrain nivelé et gratuitement fourni par l'État.

Cet excellent et ingénieux système a été soumis à l'examen de l'administration supérieure, qui, peu de temps après, en autorisait l'expérimentation sur le canal de Bourgogne.

A la suite de ces expériences, les rapports rédigés par les ingénieurs des ponts et chaussées ont été favorables à l'installation définitive d'un service de halage à vapeur sur les canaux. L'expérience a établi, en effet, que le rail posé sur le chemin de halage facilite singulièrement la manœuvre de la locomotive routière, résultat que l'on aurait en vain cherché à réaliser par l'emploi de la même machine marchant sur le sol nu. De plus, la locomotive routière n'exigeant alors, pour sa propre locomotion, qu'une faible partie du travail qu'elle peut rendre, son effet sur le bateau est plus régulier et plus efficace.

On atteint facilement, avec ce système, des vitesses de 4 kilomètres pour un bateau vide. Avec une vitesse de 4 kilomètres à l'heure, les 242 kilomètres du canal de Bourgogne peuvent être franchis en moins de six jours, y compris le passage des 191 écluses qui se trouvent sur le parcours et la traversée du bief de partage. C'est moins de temps que ne mettent les bateaux de touage à vapeur avec un tonnage de 70 à 80 tonnes, poids de moitié moindre que celui des bateaux remorqués par la locomotive posée sur un rail. Quant aux bateaux accélérés traînés par des chevaux, ils exigent plus de huit jours, et les hommes faisant fonction de haleurs ne mettent pas moins de vingt jours pour effectuer la traversée de Laroche à Saint-Jean-de-Losne.

Tous les ingénieurs reconnaissent que le halage à vapeur apporterait une amélioration radicale dans l'industrie des transports par eau, tant au point de vue de la régularité du service qu'à celui de l'économie qui résulterait d'une utilisation plus complète des bateaux à l'état de chargement.

Ce progrès méritait, on le voit, d'être encouragé par l'administration : aussi vient-elle d'accorder l'autorisation d'exploiter par ce système les 242 kilomètres du canal de Bourgogne. Cette autorisation, validée par un décret du président de la République, n'entraîne aucune dépense pour l'État, tout en constituant pour le concessionnaire une subvention considérable. On estime, en effet, que le coût moyen d'un canal est de 150,000 fr. par kilomètre; car la plate-forme sur laquelle sera installé le rail destiné à guider la locomotive routière est gratuitement fournie au concessionnaire, qui n'aura à dépenser qu'environ 10 000 francs pour l'installation du halage à vapeur. Les choses se passent donc comme si l'État subventionnait de 150 000 francs par kilomètre une voie de transport dont le coût serait de 160 000 francs.

5

Locomotives à l'usage des tramways. — La *locomotive sans feu*. — La locomotive à vapeur dissimulée. — La locomotive à air comprimé. — État actuel de la question.

Depuis assez longtemps on cherche à résoudre le problème de la traction au moyen de locomotives routières, sans avoir fait beaucoup avancer la question. Il n'en est pas de même pour le problème qui consiste à appliquer aux tramways une locomotive particulière, différente de celles qui circulent sur les voies ferrées, car elle devrait fonctionner sans bruit et sans dégager de vapeur, pour ne pas effrayer les chevaux, et pour n'apporter aucun trouble à la circulation.

Les machines qui fonctionnent depuis quelques années sur les tramways de quelques villes d'Amérique sont alimentées d'eau bouillante au moyen de chaudières fixes placées sur le parcours, et ne portent pas de com-

bustible. C'est ce que l'on a appelé les *locomotives sans feu*.

Des locomotives de ce genre fonctionnent aux États-Unis, à la Nouvelle-Orléans, à New-York, à Saint-Louis, à Baltimore, à Chicago : on s'en sert comme moteurs de tramways. Les *locomotives sans feu* construites à Paris, chez M. Bouron, à Argenteuil, d'après les plans de M. Léon Francq, offrent de notables perfectionnements sur celles de l'Amérique. Ce nouveau moteur est d'une force de dix chevaux-vapeur et peut s'élever à quinze. Il peut entraîner une charge de 6000 kilogrammes, avec une vitesse de quinze kilomètres à l'heure.

La machine consiste en un corps cylindrique dans lequel on emmagasine de la vapeur au départ, et en deux petits cylindres à vapeur installés verticalement à l'arrière. Le réservoir d'eau bouillante occupe la place assignée à la chaudière des locomotives ordinaires. On le remplit d'eau surchauffée en laissant une hauteur libre pour la vapeur. Un dôme de prise de vapeur est relié par deux tubes avec les petits cylindres. Ceux-ci fonctionnent avec appareil de détente. Le réservoir est en tôle d'acier de six millimètres d'épaisseur. Pour le protéger contre le refroidissement, ce qui est un point capital, on l'enveloppe d'une couche de matière non conductrice de la chaleur. A l'intérieur du réservoir, près du fond et dans toute sa longueur, règne un tuyau percé sur son pourtour d'un grand nombre de petits trous. Ce tuyau traverse la paroi d'avant du réservoir et se termine en dehors par une bride ; un robinet commande l'orifice ; c'est là le tuyau alimenteur du réservoir. Un générateur de vapeur est installé à la station de départ ; la locomotive vient se placer à proximité d'une plate-forme dans une position fixe ; un tube la relie à la chaudière. Lorqu'on veut charger le réservoir, on commence par l'échauffer avec de la vapeur, puis on y laisse entrer la quantité d'eau convenable, fermant le robinet dès que l'eau s'écoule

par un robinet-jauge placé en dehors. La température de cette eau est d'environ 193 degrés, ce qui correspond à une pression de vapeur de onze atmosphères et demie. La locomotive est alors prête à partir; elle circule ainsi pendant deux heures et demie à trois heures, selon le nombre et la raideur des rampes à franchir, gravissant sans ralentissement des pentes de 4 1/2 pour 100. Au retour, la pression a diminué seulement de 2 1/2 pour 100, par le refroidissement intérieur, et il suffit de quatre minutes environ pour remettre la locomotive en charge.

Avec cette machine les explosions ne sont pas à craindre, car la pression ne fait que diminuer, et on éprouve les réservoirs au double de la pression maxima. Les chances d'avaries pour la chaudière n'existent plus; il n'y a plus de variations de température dues à l'inexpérience du chauffeur. On ne voit plus de foyer en ignition ni d'escarbilles incandescentes capables d'effrayer les animaux; point de flammèches ni de fumée. La marche est silencieuse et les arrêts sont immédiats et sans secousse. Un cocher quelconque remplace le mécanicien. Le tramway reposerait, avec une structure légère, en traverses et en rails, sur l'accotement des routes, dont il s'approprierait seulement deux mètres et demi de largeur.

La *locomotive sans feu* s'accommode de rampes de quatre centimètres et demi et de courbes de vingt mètres de rayon : les rectifications de chemin seraient donc très-peu nombreuses. Le matériel de l'exploitation est simple et peu coûteux; le personnel serait restreint; les installations seraient très-ordinaires.

En Amérique, l'expérience a fait reconnaître une économie d'un tiers sur la dépense de traction exercée par les chevaux. En France, la main-d'œuvre étant moins chère, la dépense serait de 60 pour 100 sur la traction par les chevaux, en prenant pour terme de comparaison les états des dépenses des tramways de Paris, et en tenant compte

des perfectionnements apportés par M. Léon Francq à la construction de la *locomotive sans feu.*

Un autre système se présente en rivalité avec celui de la *locomotive sans feu*, pour opérer la traction sur les voies ferrées : c'est la *voiture à vapeur pour tramways*, construite par la Société métallurgique belge. Nous empruntons à la *Revue industrielle* la description de ce système :

« Le moteur, dit ce journal, est une machine à trois cylindres, système Broterhood, dont l'arbre porte une vis sans fin commandant une roue dentée calée sur un essieu intermédiaire. Le rapport des vitesses entre l'axe de la machine et celui de l'essieu intermédiaire est de 1 à 3,6. L'essieu intermédiaire communique le mouvement aux essieux des roues par des bielles d'accouplement. La chaudière est du système Belleville, type transportable, inexplosible; une soufflerie, système Korting, sert à accélérer la combustion du coke dans le foyer. L'alimentation se fait au moyen d'une pompe alimentaire mue par un petit cheval qui peut fonctionner même pendant les stationnements. L'eau d'alimentation est chauffée par un condenseur à air et à tubes verticaux. Sur le conduit de vapeur entre la chaudière et la machine se trouve un modérateur commandé par une tige qui traverse la voiture dans toute sa longueur. A chacune des extrémités de cette tige est fixé un levier de manœuvre à la portée du conducteur. Le changement de marche est obtenu par un levier agissant sur le tiroir de distribution de la vapeur.

« Les châssis de la machine sont munis de persiennes ou de glaces dépolies, et comme aspect extérieur la voiture-remorqueur ne diffère des voitures ordinaires que par la cheminée, qui dépasse la toiture d'environ $0^m,50$.

« Le type que nous décrivons a été construit spécialement pour les essais avec de larges plates-formes pouvant recevoir plusieurs personnes ; dans les nouvelles voitures en construction la plate-forme est réduite à la place nécessaire au conducteur. Ce dernier, placé comme le cocher d'une voiture de tramways, tient d'une main le levier qui prend au-dessus de lui et qui commande le mouvement, c'est-à-dire la mise en marche,

l'accélération de vitesse, le ralentissement ou l'arrêt, et de l'autre main la manivelle pour serrer les freins.

« La voiture est portée sur quatre roues dissimulées par des panneaux à charnières se levant pour le graissage; le châssis est très-bas, ce qui facilite l'accès de la plate-forme, pour servir à écarter les obstacles, et met les organes en mouvement à l'abri de tout contact.

« En résumé, l'ensemble des dispositions adoptées par les ingénieurs de la Société métallurgique et charbonnière nous paraît très-satisfaisant, et la voiture-remorqueur pour tramways offre les avantages suivants :

« Son aspect extérieur écarte les appréhensions que pourrait avoir le public de voir fonctionner à ses côtés un mécanisme quelconque; elle fait moins de bruit qu'une voiture ordinaire avec ses deux chevaux; la chaudière ne produit aucune fumée; les diverses manœuvres de mise en marche, d'accélération, de ralentissement et d'arrêt, se font au moins aussi facilement qu'avec des chevaux, et en produisant des secousses moindres.

« Rappelons que cette voiture, qui fonctionne régulièrement depuis plusieurs mois, gravit facilement une pente de 20 millimètres par mètre, à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure, entraînant une voiture de 2800 kilos, et que l'expérience a démontré qu'en cas de déraillement le machiniste peut en quelques minutes la remettre sur la voie, sans le secours d'aucun engin spécial. La consommation en coke est de 12 kilos à l'heure, et les frais journaliers d'exploitation sont inférieurs à ceux des voitures de tramways traînées par un seul cheval. »

Cependant, nous devons le dire, le système moteur qui paraît devoir être adopté pour la locomotion sur les tramways, c'est l'air comprimé. L'application de l'air comprimé à la locomotion sur les voies ferrées est une idée si naturelle, si simple, qu'elle a été proposée il y a déjà longtemps par plusieurs ingénieurs. Nous avons décrit sous le nom de *système éolique*, dans notre ouvrage *Merveilles de la science*[1], un mode de propulsion sur les voies ferrées au moyen de l'air compri-

1. Tome Ier, p. 390.

mé, qui avait été mis à l'essai, en 1856, par Andraud, sur une petite voie placée dans un terrain vague aux Champs-Élysées. Andraud substituait l'air comprimé à la vapeur en faisant porter le réservoir d'air par le tender. Il renouvelait la provision du fluide moteur au moyen de réservoirs échelonnés sur la voie et alimentés par des moteurs naturels, tels que chutes d'eau, courants, rapides.

Le mécanicien Pecqueur fit marcher également des voitures sur des rails au moyen de l'air comprimé. Seulement il avait imaginé de puiser l'air comprimé dans un tube fermé qui régnait le long de la voie. Andraud fit également usage de cette disposition, d'ailleurs peu pratique. Beaucoup d'autres tentatives du même genre ont été faites depuis Andraud et Pecqueur.

M. Désiré Savalle, constructeur-mécanicien de Paris, prit, le 15 décembre 1868, un brevet pour appliquer l'air comprimé à la traction des omnibus. Ne pouvant faire adopter ce moyen de traction pour les omnibus, M. Désiré Savalle se rejeta sur les tramways.

Un ingénieur polonais, M. Mikarski, a construit sur le même principe des voitures que la *Compagnie des Tramways Nord* a expérimentées au mois de décembre 1875, et qui ont donné d'excellents résultats.

La première expérience a été faite le 20 décembre, sur le tramway qui va de la place de l'Étoile à Courbevoie.

La voiture est la même que celle des tramways Nord, avec cette différence que la plate-forme de devant est supprimée pour faire place à la machine.

M. Caillaux, ministre des travaux publics, MM. les préfets de la Seine et de police, Alphand, Roussel, ingénieur en chef du département, Tailhand et de Saint-Paul, administrateurs de la Compagnie des omnibus, assistaient à cette expérience.

M. l'ingénieur Delettrez conduisait lui-même la machine avec autant de facilité qu'un enfant manierait un

joujou; le trajet s'est effectué en 12 minutes, de l'Étoile à Courbevoie.

La traction par l'air comprimé est beaucoup plus douce que le tirage par les chevaux : la trépidation est presque nulle. Aucun bruit ne se fait entendre, et par conséquent les chevaux ne peuvent être effrayés. La voiture recule, avance, change de voie aussi facilement que possible, l'arrêt est presque instantané.

D'autres essais ont eu lieu à la fin du mois de décembre : les résultats ont été des plus favorables. Il est donc probable que c'est l'air comprimé qui sera adopté comme moteur sur les tramways parisiens. Toutefois, rien n'étant encore décidé en ce moment, nous nous bornerons à constater l'état des choses, renvoyant à l'annuaire prochain l'exposé détaillé du système qui aura été choisi pour remplacer la traction par les chevaux sur les tramways de la capitale.

4

La locomotive à patins.

Une invention basée sur une donnée mécanique intéressante, et conçue par M. Fortin-Hermann, petit-fils de Fortin, le célèbre constructeur d'instruments de physique, c'est la locomotive dite *à patins*. Dans cette machine, qui a déjà fonctionné sur le chemin de fer de l'Est, ce ne sont pas des roues motrices qui opèrent le déplacement, mais bien de véritables pieds articulés, qui viennent prendre successivement leurs points d'appui sur le sol. Des quatre pieds adaptés à la locomotive, deux agissent sur le châssis d'avant, et les deux autres à l'arrière-train. L'action de la vapeur les presse sur le sol tandis que les oscillations des bielles sont produites par une machine horizontale. Ces bielles suivent les pieds et entraînent la machine longitudinalement.

A l'origine des chemins de fer, alors qu'on ne croyait pas à la possibilité de la progression des véhicules sur les rails, en raison de l'insuffisance de l'adhérence des roues sur le métal, un ingénieur anglais, Brunton, construisit une locomotive fondée sur ce principe et qui se composait d'espèces de béquilles s'appuyant sur le sol et se relevant grâce à une circulation mobile. C'est cette idée que M. Fortin-Hermann a reprise pour l'appliquer à la progression des locomotives dites *routières*, c'est-à-dire ne faisant pas usage de rails.

D'après les expériences qui ont été faites, on peut obtenir une adhérence égale aux 75 centièmes du poids de la machine motrice, en chargeant les patins, garnis de semelles en caoutchouc, de 1 kilogramme seulement par centimètre carré. Avec les dispositions ordinaires des locomotives routières, on n'obtenait l'adhérence qu'aux 20 centièmes du poids de la machine. L'usage des patins permettrait donc de traîner, sur les routes et sur les rails, une masse près de quatre fois plus lourde que par les moyens pratiqués jusqu'ici.

Pour une même inclinaison de route, les frais de traction de ce train sont les mêmes. L'augmentation de l'adhérence diminue considérablement le poids mort.

Le travail dépensé pour la mise en marche de la machine ne serait pas notablement plus grand que dans les circonstances ordinaires.

Non-seulement ce nouveau système, à cause de l'augmentation de l'adhérence, agrandit beaucoup le champ des machines routières, mais il permet leur cheminement sur des terrains mal consolidés. Il procure le moyen de circuler avec des charges réellement utiles sur les routes ordinaires, et sur des rampes de 10 centimètres par mètre, qui sont absolument inabordables avec les machines routières employées aujourd'hui.

Les dispositions des différents organes de la machine dont il s'agit ont été modifiées par l'inventeur, depuis la construction de sa locomotive, qui pesait 15 ton-

nes. Dans ce nouveau modèle, le nombre des pieds est plus grand et leurs mouvements relatifs sont réglés de manière à faire battre le trot à quatre d'entre eux, pendant que les deux autres marchent à l'amble. On obtient ainsi une action plus continue, en même temps que la machine acquiert sa stabilité sans l'addition de roues latérales.

On dirige la marche de la nouvelle locomotive routière en réglant convenablement l'angle des axes des deux châssis qui supportent tout le mécanisme ainsi que la chaudière. Avec la nouvelle disposition employée par l'inventeur, on attendrait la vitesse de 17 à 20 kilomètres à l'heure.



Roues de wagon en papier comprimé.

C'est, on en conviendra, une curieuse application du papier que celle qui consiste à se servir de cette matière pour fabriquer des roues à wagons. Ce qui a fait adopter cette matière, c'est la résistance et l'élasticité que présentent les blocs de papier employés à confectionner la partie pleine des roues.

Le corps de la roue du wagon est formé de feuilles de papier comprimées en blocs d'une grandeur et d'une épaisseur variables suivant les dimensions de la roue qu'on veut obtenir. La pression, qui équivaut au moins au poids de 400 tonnes, transforme le tout en une masse d'une homogénéité parfaite, sur laquelle le froid, le chaud et les variations de l'atmosphère n'exercent aucune action destructive. Ainsi préparé, le bloc de papier est placé sur un tour et amené au diamètre convenable pour recevoir le bandage de la roue, en même temps qu'il est percé, à son centre, pour recevoir le moyeu; ce dernier est forcé dans le bloc sous une pression de 20 tonnes

avant la pose du bandage. La roue de papier garnie de son moyeu est alors installée à l'intérieur du bandage, sous une pression de 300 tonnes. Le bandage est relié à la roue, non en vertu de sa contraction, comme dans les roues métalliques ordinaires, mais par une série de boulons établis de la manière suivante. Le bandage, outre le boudin extérieur, présente à l'intérieur une saillie circulaire, qui pénètre à l'intérieur du bloc de papier; celui-ci est maintenu au moyen de deux plaques verticales de fer, qui s'opposent à l'écrasement du papier, tout en lui conservant son élasticité. Les boulons qui relient le bandage à la roue en papier traversent les deux plaques métalliques, la saillie intérieure du blocage et le bloc de papier. On laisse un peu de jeu entre le bandage et les plaques métalliques, pour que la dilatation de ces dernières puisse se faire librement. Une disposition analogue fixe le moyeu au centre de la roue, par l'intermédiaire d'un rebord circulaire extérieur sur lequel on serre les boulons.

On interpose quelquefois des lames de bois entre la couche de papier comprimée.

Les roues en papier ont fait leurs preuves en Amérique à la satisfaction générale. La compagnie de *Pulman Cars* les a adoptées pour ses plus belles voitures, après les avoir soumises aux plus sérieuses expériences.

6

Le sondage au diamant.

Le procédé de *sondage au diamant*, c'est-à-dire la perforation des rochers au moyen du fleuret armé de pointes de diamant, a été décrit par M. Loriol dans une note qu'il a lue au Congrès de l'industrie minérale de Saint-Étienne.

L'idée première de ce procédé, qui est employé en Angleterre depuis quatre ans, est due à M. Leschot, de Genève; mais on n'avait alors en vue que le percement des trous de mine pour les galeries, et cette application n'était pas jusqu'ici entrée dans le domaine de la pratique, le poids qui agissait sur le fleuret n'étant pas assez considérable pour produire un résultat utile. Ce ne fut qu'après les perfectionnements apportés à l'appareil par des ingénieurs américains, par M. le major Beaumont et M. Appleby en Angleterre, que le nouveau procédé a été employé à divers travaux souterrains.

L'outil perforateur est une couronne en acier, dans laquelle sont enchâssés des fragments de diamant noir, ou *amorphe*, du Brésil, de la grosseur d'un gros pois. Cette couronne est fixée à l'extrémité d'un tube également en acier, qui est lui-même relié aux tiges. Ces tiges sont des tubes en fer creux, de 5 centimètres de diamètre extérieur, de 2 mètres environ de longueur, assemblés à vis. On les manœuvre par sections de 16 mètres. Elles reçoivent d'une locomobile un mouvement de rotation rapide, et font 200 à 250 tours par minute. Au moyen d'un tuyau de caoutchouc et d'un manchon mobile, on fait arriver, par la partie supérieure des tiges, un courant d'eau, avec une pression de trois ou quatre atmosphères.

La couronne garnie de diamants, par son mouvement de rotation, produit dans la roche une entaille annulaire. L'eau qui arrive par les tiges rafraîchit l'outil, et, en même temps, fait remonter la poudre par l'espace compris entre la tige et les parois du trou. Le noyau qui reste se loge dans le tuyau surmontant la couronne; il est retenu par un léger bourrelet ménagé à la base de ce tuyau. Quand il a rempli tout le tube, c'est-à-dire environ 4 mètres, on enlève les tiges avec un treuil monté sur la machine qui transmet le mouvement de rotation; le noyau se détache par le choc, suivant les stratifications de la roche, et on le remonte facilement au jour, car la

poudre de la roche, qui n'est plus maintenue en suspension par le courant d'eau, se dépose et remplit l'office de coin.

On voit tout de suite quels sont les avantages de ce procédé de sondage : grande rapidité d'exécution, accidents rares et facilité d'obtenir des *carottes* de terre très-longues qui indiquent d'une manière précise la nature et l'inclinaison des couches traversées.

Comme exemple de rapidité de sondage des roches, nous citerons le sondage de Ballycloghan, en Irlande, qui, en quarante-six jours, a atteint une profondeur de 170 mètres, à travers du basalte. L'avancement moyen a été de 6 mètres par jour de travail effectif.

Le sondage de Risca, dans le pays de Galles, a atteint, dans le terrain houiller, 332 mètres en soixante-dix jours, soit $4^m,75$ par jour. On a avancé jusqu'à $10^m,50$ dans une seule journée.

Enfin, celui de Boehmist-Brod, en Bohême, a atteint 697 mètres en cent quatre-vingt-dix-sept jours, soit un avancement moyen de $3^m,53$ par jour, à travers le terrain permien, formé de schistes et de conglomérats; et quoique la machine, qui n'avait été calculée que pour une profondeur de 400 mètres, fût devenue trop faible, on a eu des avancements de $1^m,40$ par heure.

Il serait facile de multiplier ces exemples. Disons seulement que l'on peut compter sur un avancement de 4 mètres par jour.

On pourra peut-être tirer parti de cet instrument nouveau dans le creusement du tunnel sous-marin entre Douvres et Calais.

7

Les *popoffka*, nouveau type de constructions navales adopté par la marine russe.

Un navire construit sur des données toutes nouvelles, et qui causa beaucoup de sensation, fut lancé en 1873 dans les chantiers de Nicolaïef, en Russie.

C'est d'après les plans de l'amiral Popoff que ce bâtiment avait été construit. On le nomma *Nowgorod*, en réservant la désignation de *popoffka* comme le nom générique de ces nouvelles constructions navales. Quelle était la forme de ce navire ? Elle était parfaitement circulaire : elle ressemblait à un immense disque. Le *Nowgorod* se comporta très-bien à la mer. Pourvu de six hélices propulsives, mues par six machines à vapeur, il tournait complétement et rapidement sur son centre. Sa vitesse se montra supérieure à la vitesse ordinaire des navires cuirassés.

Le *Nowgorod* avait douze quilles rayonnantes qui, partant du centre, divisaient sa surface inférieure en douze sections égales. Il était recouvert, sur les flancs et sur la tour, d'une cuirasse de fer de trente centimètres d'épaisseur, composée de deux plaques superposées. Le pont était en fer et avait une épaisseur de sept centimètres. La tour était armée de canons du calibre de vingt-huit centimètres.

Le succès obtenu par ce nouveau mode de construction a décidé le gouvernement russe à mettre en construction une nouvelle *popoffka*, plus grande et plus puissante que la première. Ce second navire, qui est encore en chantier, a reçu le nom d'*Amiral Popoff*. Son diamètre est plus grand de six mètres que celui du *Nowgorod* ; il déplace un volume de 1000 tonneaux de plus, ce qui lui permet de porter une cuirasse beaucoup plus épaisse. Ses dimensions exactes sont 36^m,85 de diamètre

et 3350 tonneaux de jauge; son tirant d'eau est de $3^m,71$ à l'avant et de $4^m,82$ à l'arrière.

La nouvelle *popoffka* aura huit machines, de quatre-vingt chevaux nominaux chacune, et six hélices, soit deux machines de plus que le *Nowgorod*. Les deux hélices extérieures auront un diamètre beaucoup plus considérable que les quatre autres; elles agiront à une profondeur plus grande et seront mues chacune par deux machines. L'épaisseur de la cuirasse sera de 48,2 centimètres ou 17,8 centimètres de plus que celle de la première *popoffka*. La tour et les flancs du navire auront la même épaisseur de cuirasse. Trois couches de tôle blinderont le pont; chacune de ces couches aura deux centimètres d'épaisseur. La couche supérieure sera gaufrée. Cent vingt-quatre *baux* (poutres) seront disposés en étoiles rayonnantes; neuf plaques circulaires se croiseront avec eux, enfermant cinq cent vingt-deux cellules. Un certain nombre de plaques et de *baux* seront percés à jour; les fonds ne seront partagés qu'en trente-six compartiments étanches.

Pendant que l'on procédait à la construction de ce bâtiment, la marine russe eut l'idée d'appliquer le système de l'*Amiral Popoff* aux navires à voiles. On construisit donc une embarcation d'après le type du navire circulaire. L'essai dépassa de beaucoup les espérances. L'embarcation avait une coque presque invisible à une certaine distance, mais ses grandes voiles étaient vues de très-loin. On résolut d'entreprendre des expériences plus décisives. L'amiral Popoff fit le plan d'un bateau à voiles suivant son système.

C'est à Tsarskoé-Sélo que se construisit cette embarcation d'un nouveau type. On la mit à l'eau au commencement du mois d'août 1874. Son diamètre est de $4^m,57$; elle cale 10 centimètres et déplace un tonneau. Cette popoffka est gréée en cotre; son mât a 10 mètres de haut; elle porte une grande voile, un hunier et deux focs; sa voilure a une superficie de 38 mètres carrés.

Les évolutions de ce bateau sont faciles; son apparence est un peu lourde; mais une fois ses voiles déployées, il glisse sur l'eau avec une grande rapidité. Avec une petite brise, on aperçoit à peine un mouvement de l'eau sous le beaupré; quand le vent augmente, il se forme un bourrelet à l'avant et on voit l'eau bouillonner à l'arrière.

8

Le bateau Bessemer.

Le navire à salon suspendu construit par M. Bessemer et qui a pour but de neutraliser les effets du roulis est terminé, et est prêt à recevoir les aménagements intérieurs, de sorte qu'avant peu les essais seront entrepris, et l'on pourra se rendre compte du résultat du salon suspendu, qui forme le trait caractéristique du bâtiment.

Ce navire a été construit par la *Earle's ship building company* de Hull, d'après les dessins de M. Reed. Le salon, ses aménagements, son système de suspension, ont été dessinés par M. Bessemer.

La longueur du bâtiment est de 350 pieds; sa largeur est de 40 pieds, son tirant d'eau lui permet d'entrer dans les ports de Douvres et de Calais, et d'en sortir par toutes les marées. Deux machines, indépendantes, de 2000 chevaux chacune, mettent en mouvement deux paires de roues à aubes, ayant 30 pieds de diamètre et placées à 100 pieds de distance.

De chaque côté du pont se trouve une rangée de chambres s'étendant sur toute la distance comprise entre les roues et dépassant le pont de 7 pieds en largeur, ce qui augmente de 14 pieds la largeur du navire, entre les roues et la porte à 54 pieds. Le nombre de ces chambres est de vingt-deux, sans y comprendre un large fumoir.

Des promenades garnies de balustrades sont disposées au bout des chambres.

A chaque extrémité du navire est un gouvernail, de manière à pouvoir entrer et sortir sans virer de bord. Cette disposition est commune au *Castalia*, bâtiment à deux coques construit d'après le plan du capitaine Dicey, aux mêmes fins que celui dont nous nous occupons, c'est-à-dire pour garantir les passagers du mal de mer pendant la traversée de la Manche.

Des roues hydrauliques sont sur le pont, pour la manœuvre des bagages, lesquels seront une fois par jour amenés sur le pont, à la disposition des voyageurs.

Le salon suspendu occupe toute la partie centrale du bâtiment; c'était la seule place qu'on pouvait lui affecter pour le rendre insensible aux mouvements de roulis et de tangage du navire. Le système de double suspension, analogue à celle des boussoles, aurait été insuffisant pour immobiliser le salon, s'il avait été placé à l'avant ou à l'arrière du bâtiment. Il fallait absolument que le centre de gravité du salon coïncidât avec celui du navire. De cette façon, le salon ayant une longueur qui ne dépasse pas la septième partie de celle de la coque, ne pourrait ressentir, à la rigueur, qu'un mouvement au plus égal au septième du tangage et du roulis du bâtiment, mouvement qui, en raison du mouvement du navire, serait presque insensible, et en tout cas ne saurait avoir aucun effet fâcheux sur l'état des passagers. Il convenait aussi de rechercher les points exacts autour desquels le navire tangue ou roule, et d'établir en ces points les centres de suspension.

Un long vestibule couvert et bien éclairé conduira du pont au salon. A l'extrémité de ce vestibule, il y aura un vestiaire où l'on déposera les manteaux, parapluies, valises, etc. De là, les passagers descendront par un large escalier jusqu'à une salle de rafraîchissements, qu'ils traverseront pour se rendre dans le salon.

Il est bon de remarquer qu'un voyageur quittant le

pont pour se rendre au salon, sentira tout d'abord, dans toute son ampleur le mouvement du tangage et du roulis du navire, mais que les mouvements iront en s'amoindrissant, à mesure que l'on se rapprochera de la pièce centrale.

Arrivé à la porte du salon, le voyageur pourra à son gré se rendre sur la promenade établie au-dessus, ou entrer dans ce salon, lequel n'a pas moins de 20 pieds de haut, 30 de large et 50 de long.

Tout autour du salon est une colonnade élégante, entre les arceaux de laquelle seront des sofas. Au centre de la pièce de larges siéges seront rangés, laissant un vaste espace libre pour la promenade.

La ventilation de la pièce sera régulière et insensible. Les ventilateurs prendront l'air entre les roues du navire, de manière à l'avoir dans sa plus grande pureté et sans mélange de fumée, en le poussant dans le salon sous une légère pression. L'air frais refoulera à l'extérieur l'air respiré, qui sortira par des galeries ménagées sous les siéges de la colonnade.

Le mouvement de l'air sera ainsi continuel, et 3000 pieds cubes d'air par passager et par heure circuleront dans le salon. En hiver, cet air n'arrivera dans la pièce que préalablement chauffé au degré nécessaire.

En outre, à l'une des extrémités du salon, des salles de rafraîchissement et des fumoirs très-spacieux ont été ménagés, de même qu'un certain nombre de cabines particulières pour les dames.

9

Le navire express-Bazin.

La résistance qu'éprouvent à la mer les carènes des navires sont considérables, et neutralisent nécessairement une grande partie de la force propulsive. Quelle

que soit la finesse des carènes, il n'en faut pas moins que le maître-couple du navire traverse la masse liquide et incompressible sur laquelle il s'appuie, qu'il la refoule devant lui et la déverse à tribord ou à bâbord, comme le soc d'une charrue déverse à droite et à gauche la terre qu'il soulève ; en un mot, pour nous servir d'une expression poétique bien connue, il faut que le navire se trace un sillon sur l'élément liquide.

M. Bazin, d'Angers, avec son nouveau système, a diminué des deux tiers la surface du maître-couple, et a donné à l'avant de son navire la forme de l'aviso de guerre français *le Renard.* Mais il s'est alors trouvé que, dans ces nouvelles conditions de forme, la carène n'avait plus assez de déplacement utile pour naviguer.

Pour obvier à cet inconvénient, l'inventeur a percé son navire de trois trous, dans chacun desquels il a introduit un maître-couple circulaire. Ces sortes de rouleaux flotteurs déplacent utilement à eux trois le nombre de tonnes voulu, pour que le navire soit dans les conditions requises de port et de bonne navigation. Si on imprime à ces rouleaux un mouvement de rotation, l'expérience démontre que, loin d'être une résistance, comme dans le cas du maître-couple inerte, ils sont, dans une bien petite mesure, il est vrai, mais enfin ils sont un agent de propulsion. Or, dès qu'ils ne sont pas une résistance, ils laissent le navire bénéficier, pour la vitesse de sa marche, de la suppression de surface qu'on a fait subir au maître-couple.

Dans ce mouvement de rotation, les frottements de la partie immergée des rouleaux sont tels, que M. Bazin trouve ce qu'il cherchait : l'adhérence sur le liquide ; et alors il n'a plus qu'à faire mouvoir l'hélice, pour obtenir le roulement sur l'eau.

10

Moyen nouveau de ventiler les navires.

L'invention que nous allons décrire rapidement est de M. Thiers, de la Nouvelle-Orléans. Elle a pour objet de remplacer la classique *manche à vent*, qui sert depuis si longtemps à ventiler les cales des navires.

Deux petits cylindres sont installés à bord du navire, sur ses flancs : ils sont en partie remplis d'eau, et reliés par un tuyau. Lorsque le bâtiment est en marche, ces deux cylindres, obéissant aux oscillations du bord, s'élèvent et s'abaissent alternativement. L'eau qu'ils contiennent se déverse alors dans celui des deux cylindres qui est le plus bas, et produit dans l'autre un vide partiel.

L'inventeur utilise ce vide pour aspirer l'air contenu dans l'intérieur du bâtiment ou dans la cale, au moyen d'un système de tuyaux convenablement placés. L'air aspiré sort par une conduite spéciale ; le courant ainsi déterminé est assez énergique pour être employé comme sifflet d'alarme, moyen d'avertissement dont les navires américains font usage dans les temps de brume.

Une application du même principe permet de transformer l'appareil de ventilation en un aspirateur qui vide l'eau de la cale et suffit à épuiser les petites voies d'eau et les infiltrations qui se produisent ordinairement à bord.

Cette invention a reçu, en Amérique, de nombreuses applications sur des navires de l'État et du commerce.

11

Le télégraphe pneumatique.

Nos lecteurs savent que le télégraphe électrique ne sert plus, à Paris, à transporter les dépêches, et que ce moyen est en partie remplacé par des tubes pneumatiques placés sous le pavé des rues, qui communiquent avec les bureaux et aboutissent à l'administration centrale des télégraphes. Les convois de dépêches circulent constamment par ces conduits. Aux heures de la bourse, les trains se suivent toutes les quatre ou cinq minutes, en s'arrêtant à diverses stations.

Le vide est opéré dans les tubes par des pompes à vapeur placées à l'extrémité du réseau. Ces pompes aspirent l'air ou le compriment. La pression donnée par l'eau de la ville vient s'ajouter à la force de la machine à vapeur.

La vitesse du transport, dans ces trains pneumatiques, est de 1 kilomètre par minute. Lorsque le train arrive à une station, on en est averti par un coup violent qui se produit dans l'une des caisses qui terminent le conduit. On ouvre alors cette caisse, pour y prendre les étuis renfermant les dépêches. Ces étuis sont des cylindres métalliques de 13 à 15 centimètres de long, fermant à frottement. Leur diamètre est plus petit que celui du tube pneumatique, lequel est fermé hermétiquement par un piston mobile sur lequel l'air exerce sa poussée, ou le vide son aspiration.

Les étuis ainsi lancés étant recueillis, sont portés au bureau central, d'où on envoie les dépêches cette fois par des fils télégraphiques.

Ce système n'est pas sans inconvénients.

Le danger principal est l'arrêt du train en un point du parcours. S'il n'y a qu'un tube, la communication se

trouve alors interrompue; s'il y en a deux, elle est très-gênée, parce que les trains d'aller et de retour passent par la même voie.

Bien que cet accident arrive rarement, on a dû se préoccuper des moyens de rétablir la communication aussi promptement que possible. Toute la question est de savoir dans quel point le train est arrêté, car le tube est enfoui sous terre. Jusqu'ici on appliquait à l'extrémité du tube un récipient rempli d'air à une pression déterminée; on mettait ce récipient en communication avec le tube, et la pression se répartissait sur la masse d'air renfermée dans le tube entre le train arrêté et la station. Le changement ainsi survenu dans la différence des pressions du récipient permettait d'en déduire le volume d'air existant jusqu'à l'obstacle et l'éloignement du train, le diamètre du tube étant connu. Mais ce procédé était très-défectueux, trois fouilles au moins étant nécessaires pour remettre tout en ordre.

On vient de découvrir un nouveau moyen de trouver exactement le point d'arrêt d'un train. Ce moyen est fondé sur la loi de propagation des ondes sonores dans les tuyaux.

Une espèce de tambour est adaptée au tube quand le train de dépêches s'y trouve en détresse. Ce tambour est fermé par une membrane élastique, dont les gonflements et les dépressions s'enregistrent automatiquement sur un cylindre tournant. Un diapason trace des secondes et des fractions de seconde sur ce cylindre au moment de l'expérience.

On détermine alors, dans le tambour, une explosion au-dessous de la membrane élastique; c'est un coup de pistolet qu'on tire latéralement, par un orifice pratiqué *ad hoc*. La membrane est soulevée par le choc résultant de l'explosion de la poudre, et son mouvement est enregistré sur le cylindre. La vitesse de propagation de l'onde dans le tube est de 330 mètres par seconde; elle va battre l'obstacle et se réfléchit en parcourant le tube

en sens inverse, pour revenir soulever la membrane une seconde fois; le deuxième mouvement est encore enregistré sur le cylindre.

Le temps écoulé entre les deux soulèvements s'estime exactement par le secours des fractions de seconde enregistrées parallèlement sur le cylindre. On a ainsi le nombre de mètres parcourus pour l'aller et le retour; il ne s'agit plus que de prendre la moitié de ce nombre, pour avoir exactement la distance à laquelle le train s'est arrêté. L'erreur possible dans cette évaluation est au plus de deux mètres.

12

Projet de poste atmosphérique entre Paris et Versailles.

Un projet de poste atmosphérique à établir entre Paris et Versailles a été proposé en 1873, par MM. Mignon et Rouart. Ce mode de transmission des dépêches manuscrites, qui est moins encombrant que le télégraphe électrique, est établi à Paris, comme nous venons de le rappeler. Le réseau total a une longueur de plus de 30 kilomètres, avec des conduits de 6 centimètres et demi de diamètre. Un service circulaire de la longueur de 6900 mètres va de l'administration centrale des télégraphes à la Bourse, par le Grand-Hôtel, avec retour de la Bourse à la même administration centrale des télégraphes, par le Théâtre-Français. Ce réseau dessert tous les bureaux intermédiaires, et les boîtes de distribution sont ramenées, en moins d'un quart d'heure, au point de départ, laissant et recevant des dépêches à chaque station. D'autres lignes s'embranchent sur celle-ci. Enfin il existe plusieurs lignes directes sur lesquelles le transport se fait dans les deux sens successivement.

On s'est d'abord servi d'air comprimé pour pousser en arrière du train, dans les tubes pneumatiques, les boîtes

portant les dépêches manuscrites. Aujourd'hui on fait le vide en avant du train des boîtes, sans dépasser la pression motrice d'une atmosphère, et en même temps on injecte de l'air comprimé à l'arrière de ces boîtes.

La poste atmosphérique est déjà établie dans plusieurs capitales de l'Europe; elle réalise une vitesse de 10 mètres par seconde. A chaque station intermédiaire, on arrête le train pour tirer les boîtes; puis le vide ou l'air comprimé remettent tout en mouvement.

MM. Mignon et Rouart ont proposé en 1873, avons-nous dit, d'établir entre Paris et Versailles un service de poste atmosphérique, fonctionnant d'après le système en usage dans le réseau souterrain de Paris[1]. MM. Mignon et Rouart avaient cru devoir établir des stations intermédiaires pour obtenir une vitesse suffisante, la résistance augmentant avec la longueur du trajet. Mais M. Crespin propose une disposition dans laquelle les stations intermédiaires seraient inutiles. Il annonce pouvoir réaliser, avec ce nouveau système, une vitesse de 30 mètres par seconde, ce qui permettrait de franchir en un quart d'heure les 18 kilomètres qui séparent le centre de Paris du palais de l'Assemblée à Versailles.

M. Crespin veut utiliser l'action du vide, sans augmenter la pression. Pour cela, la partie d'aval de chaque ligne communiquerait avec des réservoirs où l'on maintiendrait le vide, en même temps que l'on comprimerait l'air dans d'autres réservoirs communiquant en amont de chaque expédition.

Les tuyaux auraient 10 centimètres de diamètre, et chaque train pourrait transporter 5 kilogrammes de dépêches, contenues dans une boîte ayant 20 centimètres de long sur 5 de large pour la plus grande dimension. L'emploi de tubes d'un grand diamètre aurait un grand avantage, car la résistance du frottement augmente avec le périmètre de la section, tandis que, pour une même

1. Voir la 17e *Année scientifique*, pages 104-107.

pression, l'action motrice ne varie qu'avec le plan de la section.

Le point capital du projet de M. Crespin, c'est la création de relais automatiques, à chaque intervalle de 1125 mètres. La fermeture de la conduite à l'amont du relais, ainsi que l'ouverture à l'aval, seraient produites par le passage du train; la communication avec la pression motrice et avec le vide serait établie en même temps, à très-courte distance. Ces manœuvres seraient exécutées par des pistons disposés dans des cylindres voisins du tube principal. Le train, continuant sa marche, profiterait des impulsions qui lui seraient transmises, dans les mêmes conditions que celles qu'il reçoit ordinairement par les soins du personnel des stations.

Une station se trouverait à Bellevue, à peu près au milieu du trajet de Paris à Versailles. Trois usines établies à Paris, à Bellevue et à Versailles suffiraient, sans un personnel spécial, pour comprimer l'air, pour faire le vide et pour entretenir au régime convenable les treize relais de pression et les trois relais de vide distribués sur les autres points du chemin.

Une force de 150 chevaux-vapeur serait nécessaire pour faire manœuvrer ces pompes atmosphériques.

Tel est le projet nouveau pour créer entre Paris et Versailles un service de communication presque instantané, qui remplacerait le télégraphe électrique, la poste ou les pigeons voyageurs, les trois systèmes qui fonctionnent en ce moment entre les deux villes pour les correspondances rapides.

13

La télégraphie acoustique.

Un télégraphe électrique aux signaux perçus par le son a été imaginé en Angleterre.

On sait que les employés du télégraphe électrique Morse arrivent à lire les dépêches sans même regarder l'appareil récepteur, c'est-à-dire rien qu'en entendant les chocs successifs de l'aiguille mobile de l'électro-aimant, qui trace des longueurs de traits correspondant aux lettres de l'alphabet. M. Neale, électricien de la Compagnie des Chemins de fer du North Staffordshire, a fabriqué récemment un appareil télégraphique, à l'usage des chemins de fer, dans lequel l'audition de la dépêche se trouve substituée à sa lecture.

M. Neale s'est appliqué à renforcer et à rendre plus net le choc produit par l'aiguille télégraphique. Pour cela, il transmet le mouvement à une lame de fer, qui vient frapper d'un côté une pointe métallique et de l'autre côté un pivot en bois, ce qui donne lieu à deux sons distincts. Le tout est renfermé dans une boîte de bois mince, qui renforce le son. Un employé, placé en un point quelconque du bureau où se trouve l'appareil, écrit la dépêche à mesure qu'il l'entend, en se servant de l'alphabet Morse, et cela sans même lever les yeux sur l'instrument. Comme le signal d'attention peut être entendu de l'extérieur du bureau, toutes les portes étant fermées, ce système a de grands avantages pour les petites stations.

Nous avons cru devoir signaler cette nouvelle invention, parce que tout ce qui regarde la télégraphie électrique est d'une utilité générale. Nous devons ajouter pourtant que la transmission des dépêches ne saurait être effectuée avec trop de soins, les erreurs télégraphiques pouvant avoir les plus graves conséquences. A ce point de vue, le télégraphe simplement auditif n'est pas à l'abri de toute critique. Peut-on, en effet, s'en rapporter à l'oreille, avec le même degré de confiance qu'aux yeux? Nous ne le pensons pas, quelle que soit la finesse de l'ouïe qu'on veuille accorder à l'employé. Si le télégraphe acoustique de M. Neale est susceptible de rendre des services — ce dont nous ne doutons nullement

— nous croyons qu'on ne devra s'en servir que dans les cas où les dépêches ne touchent pas à des intérêts majeurs.

14

La pendule mystérieuse de M. Henri Robert.

On voit depuis quelques temps des pendules sans mouvement apparent. M. Henri Robert fils a présenté à la Société d'encouragement une de ces pendules dont il est l'inventeur, et il a donné l'explication de son mécanisme.

Cette pendule consiste en deux aiguilles, marquant les heures et les minutes, montées sur le point central d'une plaque circulaire, qui porte à sa circonférence les marques des heures et des minutes. Chaque aiguille va se placer d'elle-même à l'heure réelle ; elle parcourt le cadran en indiquant sans cesse l'heure et la minute, sans paraître mue par aucun mécanisme.

Le secret de la marche des deux aiguilles consiste dans un petit rouage de montre qui est placé dans un contre-poids dont est munie chaque aiguille. Ce rouage de montre fait déplacer une lourde pièce en platine qui circule ainsi dans la boîte contenant ce contre-poids et y prend des positions diverses.

Dans ses différentes positions, le poids de la pièce de platine, se combinant avec celui de l'aiguille, fait prendre à cette aiguille toutes les inclinaisons qui sont nécessaires pour qu'elle parcoure régulièrement le cadran pendant l'intervalle des heures qu'il s'agit d'indiquer.

La *pendule mystérieuse* de M. Henri Robert est une des plus jolies créations de l'horlogerie moderne.

15

Nouveaux canons prussiens.

Nous avons, sur deux nouveaux canons allemands, des renseignements circonstanciés, fournis par M. le général Morin, d'après la *Revue de l'artillerie*.

Le canon modèle 1873 de 8 est du calibre de 78 millimètres et demi; le second canon dit de 9, modèle 1873, est du calibre de 88 millimètres. Le plus petit calibre est exclusivement destiné aux batteries à cheval, le plus grand à la totalité des batteries montées. Ces deux canons sont en acier fondu et frettés, et l'obturation est obtenue au moyen d'un anneau Broadwell modifié.

Dans la dernière guerre, il est arrivé que, dans la rapidité du tir, les servants fermaient mal la culasse, et on mettait le feu à la charge quand le canon était encore ouvert. Pour obvier à cet inconvénient, on a disposé la fermeture de manière que le feu n'est communiqué par l'étoupille à la gargousse que lorsque le coin est poussé à fond.

La longueur du canon de 8 est de 2 mètres 1 décimètre; diamètre à la bouche, 13 centimètres; autour de la chambre, 215 millimètres; nombre des rayures, 24; pas en calibre, 5 centimètres; profondeur des rayures, 1 millimètre et quart; poids du canon, 390 kilogrammes.

Canon de 9, même longueur : diamètre à la bouche, 14 centimètres; autour de la chambre, 23 centimètres; même nombre de rayures, même pas; le poids est de 450 kilogrammes.

Les projectiles offrent une disposition nouvelle bonne à signaler. Ce sont des *obus à doubles parois* formés de deux projectiles emboîtés l'un dans l'autre. Le noyau intérieur présente en saillie, sur sa surface extérieure,

une série de petites pyramides quadrangulaires, qui pénètrent dans les cavités correspondantes du projectile enveloppant. On constitue ainsi des lignes de rupture qui amènent une fragmentation régulière de l'obus, au moment de l'éclatement. Les expériences ont fait ressortir la supériorité des projectiles de ce système, au point de vue des effets de l'éclatement.

Le mouvement de rotation est imprimé au projectile, au moyen de deux ceintures en cuivre.

La longueur de l'obus de 8 est de 2 décimètres et son poids de 5 kilogrammes, avec charge explosive de 195 grammes, et charge de tir de 1200 grammes.

La longueur de l'obus de 9 est de 22 centimètres et demi et son poids de 7 kilogrammes, avec une charge explosive de 280 grammes et une charge de tir de 1500 grammes.

L'approvisionnement du canon de 8 est de 1600 obus et de 82 skrapnels, et celui du canon de 9 de 124 obus et de 66 skrapnels.

Le canon de 8 tire sous l'angle de 11 degrés à 4000 mètres, avec une vitesse initiale de 464 mètres. La vitesse restante à 4000 mètres est encore de 230 mètres. A cette distance, 50 pour 100 des coups tirés sont contenus dans un rectangle de 46 mètres de long sur 6 de large.

Le canon de 9 tire à 3000 mètres, sous l'angle de 7 degrés, avec une vitesse initiale de 415 mètres.

L'obus, à 3500 mètres, possède une vitesse de 247 mètres. La moitié des coups tirés à cette distance est enfermée dans une bande de 30 mètres de long sur 3 mètres de large. A 4000 mètres, le même nombre de coups tirés est encore enfermé dans un rectangle de 39 mètres de long sur 3 mètres de large.

16

Le canon Macombar.

On parle, aux États-Unis, d'un canon tout à fait extraordinaire, car sa portée ne serait pas moindre de 14 500 mètres ! L'inventeur de cette bouche à feu est un Américain, M. Macombar. Cette arme, dont la résistance et la force de pénétration sont tout à fait hors ligne, se charge par la culasse, et elle est construite de manière à résister aux charges de poudre les plus fortes.

Le principe qui a guidé l'inventeur est que, dans un tube, l'effort de rupture est plus considérable au dedans qu'au dehors. Il s'est dès lors appliqué à égaliser les résistances en employant à l'intérieur du fer doux relativement élastique, et en plaçant de l'acier dur à l'extérieur. Après avoir soudé ensemble trois barres de fer corroyé, de textures différentes, on roule en hélice la barre ainsi composée, de telle sorte que les spires successives forment autant de disques présentant un espace vide au milieu. Dans ce vide on introduit des mandrins en acier qu'on force, au moyen d'un pilon à vapeur, jusqu'à ce que la surface extérieure commence à s'allonger sous l'effort produit. La pression ainsi déterminée surpasse de beaucoup celle qui pourrait être ultérieurement développée, sur chaque disque, par la charge destinée au canon, quelle qu'en soit la puissance.

Le nombre de disques ou de spires, répondant à la longueur du canon, ayant été ainsi façonnés, on les soude côte à côte, pour en former un tube continu. La portion du tube qui doit recevoir la charge et constituer la culasse, est entourée de larges frettes en acier fixées sur les spires à l'aide d'une puissante presse hydraulique.

On obtient la fermeture de la culasse par deux tours et

demi d'une vis à trois filets. Ce mouvement de la vis force l'étoupille à se présenter au centre de la charge. La combustion de la poudre devant être instantanée, et la culasse permettant de compter sur une résistance extrême, on s'est borné à fixer la longueur de la volée à la moitié de la longueur entière du canon. Des rondelles en acier ferment hermétiquement la chambre et rendent l'obturation complète. Les rayures sont au nombre de sept; elles convergent et leur pas est de 30 à l'origine, et de 2^{m},38 à la sortie. Le boulet est conique; la charge de poudre est de la moitié du poids du boulet.

Un petit modèle de la longueur de 1^{m},20 a servi aux expériences. Le boulet conique pesait 1 kilogramme 360 grammes; la charge de poudre était de 180 grammes. La vitesse initiale dépassait 600 mètres : c'est de beaucoup la plus grande vitesse que l'on ait obtenue jusqu'ici.

CHIMIE

1

Un nouveau métal, le *gallium*.

M. Lecoq de Boisbaudran, de Cognac, a fait connaître à l'Académie des sciences la découverte qu'il a faite d'un nouveau corps simple métallique, qui existe, selon lui, allié au zinc et au cadmium dans le sulfure de zinc d'Espagne. Les chimistes savent avec quelle habileté M. Lecoq de Boisbaudran manie l'analyse spectrale. C'est en remarquant deux raies nouvelles qu'il n'avait encore vues dans le spectre d'aucun corps simple, que cet observateur a fait cette découverte. Les deux raies spectrales qui l'ont mis sur la voie de la découverte du nouveau métal, sont situées dans le violet, région qu'occupent aussi les raies les plus brillantes du zinc. L'une est très-vive et prend, dans la table des longueurs d'onde, la place 417; l'autre, plus faible, a pour longueur d'onde 405.

Le nouveau métal n'a pas encore été retiré de ses combinaisons; on ne connaît donc pas son aspect physique. Il a été obtenu à l'état de chlorhydrate et de sulfate, et ses caractères distinctifs ont été parfaitement constatés. Il diffère complétement du zinc et du cadmium, en sorte qu'aucun doute n'est permis sur son existence.

Le nom de *gallium*, donné par l'auteur de cette dé-

couverte, a été choisi en l'honneur de la France. La découverte de ce nouveau métal prendra place à côté de celles du cœsium, du rubidium et du thallium.

2

Le ruthénium et ses composés oxygénés; par MM. H. Sainte-Claire Deville et H. Debray.

La découverte du rhuténium est due à M. Claus, professeur à l'université de Dorpat. On doit à M. Fremy la découverte de l'oxyde de ruthénium, qui a été obtenu par ce chimiste en grillant l'osmiure d'iridium.

Un sulfure de ruthénium, la *laurite*, a été signalé par M. Wohler. Il se trouve sous forme de cristaux brillants dans les osmiures d'iridium et dans les résidus de la fabrication du platine. Quant au ruthénium, il n'est pas combiné avec les métaux de la mine de platine, mais il est très-irrégulièrement disséminé à l'état de sulfure dans la masse de ces résidus.

Les résultats de l'étude récente faite sur le ruthénium par MM. H. Deville et Debray sont assez remarquables.

La fusion du ruthénium pur est aussi difficile que celle de l'iridium. Dans une atmosphère oxydante, le ruthénium brûle avec vivacité, en dégageant une odeur d'ozone très-prononcée. En quelques minutes, 16 grammes de ruthénium se sont fondus, en perdant 5 grammes, transformés en fumée d'oxyde.

Les cristaux de M. Fremy ont été obtenus très-beaux, en soumettant l'oxyde de ruthénium à l'action de l'oxygène, dans un tube de porcelaine chauffé un peu plus haut que la fusion du cuivre. Une petite quantité seulement s'est sublimée.

Il existe un acide du ruthénium analogue à l'acide osmique, c'est l'acide hyperruthénique; cet acide est peu

connu ; il est doué de propriétés singulières. Sa couleur est jaune et sa cristallisation est très-régulière. Son instabilité est grande ; il fond à 40 degrés ; la tension de sa vapeur est considérable à 100 degrés. Plus de 200 grammes ont été obtenus par l'action du chlore sur les ruthénates de potasse, de soude et de baryte. On le purifie par sa fusion sous l'eau et en le filtrant à chaud, à travers des fragments de chlorure de calcium. De petits cristaux noirs se forment souvent dans cette préparation ; ils paraissent être rhomboédriques et, avec le chlore, ils se transforment en une goutte d'acide hyperruthénique fondu, en dégageant de l'oxygène. Ce sel correspondrait à un acide osmique suroxygéné.

MM. H. Deville et Debray ont fait une expérience bien curieuse : ils ont construit un petit appareil distillatoire en verre soufflé et soudé ; dans cet appareil ils ont introduit 150 grammes d'acide hyperruthénique. On chauffait lentement, par l'intermédiaire d'une petite chaudière en zinc pleine d'une solution de chlorure de calcium, qui servait de bain-marie. Une petite quantité de matière avait passé dans le récipient jusque vers 105 ou 106 degrés. Le dégagement du gaz devint un peu plus rapide à 108 degrés. Mais au moment où on fermait le robinet du gaz avec lequel on chauffait, une explosion épouvantable se produisit. Heureusement, aucun accident ne fut à déplorer par suite de l'instantanéité du phénomène, car le verre fut brisé en fragments d'une petitesse excessive. La vapeur seule fit explosion, à en juger d'après l'examen des eaux du bain-marie, lesquelles contenaient une notable partie du ruthénium. Une fumée noire se répandit dans le laboratoire, et une odeur d'ozone suffocante fut constatée par les personnes présentes. Cette odeur d'ozone se manifeste encore quand on chauffe le ruthénium au chalumeau à gaz oxygène et hydrogène ; dans ce cas, il s'oxyde rapidement en donnant une vapeur noire ayant une odeur d'ozone très-accentuée. La même chose arrive lorsqu'on chauffe l'i-

ridium impur au chalumeau à gaz oxydants, pour en chasser le ruthénium.

La seule explication que MM. H. Deville et Debray puissent donner de ce phénomène explosif repose sur les faits suivants :

Dans les mêmes conditions, ces savants ont produit de grandes quantités d'oxyde d'argent qui, on le sait, se décompose vers 200 degrés. Proust a aussi oxydé de l'argent au chalumeau à bouche. Récemment, on a trouvé de l'oxyde d'argent dans les fumées de condensation des fours à manche, où l'on traite le plomb argentifère.

On peut voir le mercure produire une véritable combustion, quand on verse de l'amalgame de sodium dans du chlorure de calcium fortement chauffé : une petite explosion se produit, et le mercure se dégage de la masse fondue, pour retomber autour du creuset sous forme d'oxyde rouge ou de précipité *per se*.

On connaît encore les expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur la volatilisation apparente du silicium, celles de M. Ditte sur les hydrogènes sélénié et telluré subsistant à une haute température, et donnant à une chaleur plus modérée du sélénium et du tellure cristallisés, etc.

L'acide hyperruthénique se décompose à 108 degrés; néanmoins, il pourrait se former aux températures les plus élevées, même pendant la fusion du métal, et il se détruirait ensuite à une température plus basse, en produisant de l'ozone. Ainsi, la décomposition finale s'achève à une chaleur dépassant un peu 108 degrés. La décomposition, accompagnée d'explosion, de l'acide hyperruthénique, serait donc un effet inverse à la dissociation; ce serait une décomposition par refroidissement.

La même chose n'a pas lieu pour l'acide osmique; il ne se décompose pas par la chaleur, mais il se détruit plus facilement que l'acide hyperruthénique sous l'influence des matières organiques.

Le ruthénium s'oxyde facilement. Si on l'a obtenu en

réduisant son oxyde par l'hydrogène, il s'oxyde dans le moufle et se volatiliserait si on le chauffait suffisamment. La chaleur ne le réduit pas comme l'oxyde d'iridium. Il se rencontre avec ce dernier métal, le fer et même le platine, dans la plupart des précipités, ou des liquides renfermant en même temps les deux premiers métaux. L'iridium retient fortement le ruthénium ; il est très-difficile de séparer ces deux métaux.

Ce que cherchent MM. H. Deville et Debray en ce moment, c'est un nouveau mode de séparation qui leur permette d'isoler le ruthénium sans perte, à l'état de matière volatile. M. Damour s'est joint à eux, pour épuiser la question au point de vue de l'analyse.

« Déjà, disent-ils, nous avons vu que l'oxyde puce de plomb, ou acide plombique, transformait en acide hyperruthénique le ruthénium mis en dissolution dans l'acide nitrique, et nous espérons, dans peu de temps, présenter un système satisfaisant d'analyse pour les matières ruthénifères. »

3

Sur la propriété décolorante de l'ozone; par M. A. Boillot.

L'appareil nouveau et perfectionné que M. Boillot a imaginé pour obtenir l'ozone avec facilité et en abondance, lui a permis de faire des recherches sur les propriétés décolorantes de ce corps singulier.

La conséquence principale à laquelle il a été conduit, est que le pouvoir décolorant du chlore est dû à la formation de l'ozone.

L'ozone seul décolore les matières animales et végétales, en les oxydant. Ce gaz s'empare d'une partie de leur hydrogène, pour former de l'eau, et la couleur disparaît.

Quand le chlore agit sur une substance colorée, d'ori-

gine végétale ou animale, il décompose une partie de son eau, en prenant l'hydrogène, pour former de l'acide chlorhydrique; l'oxygène mis en liberté par cette réaction est à l'état d'ozone, et se combine avec l'hydrogène de la matière colorée, pour donner de l'eau; la décoloration en est la suite.

Ainsi, que l'oxygène, à l'état d'ozone, agisse tout formé, directement, ou qu'il soit produit par l'intermédiaire du chlore, c'est l'ozone qui est l'agent décolorant.

4

Le fer dans l'organisme.

M. Picard a cherché dans quelles limites peut varier le fer qui fait partie des éléments du sang.

Cet expérimentateur a opéré sur des chiens : les animaux étaient tenus à jeun le jour de la saignée.

Les analyses ont été faites en dosant le fer par le procédé Margueritte, dans les cendres du sang défibriné.

Il résulte des expériences faites par M. Picard que la quantité de fer contenue dans le sang peut varier de un à deux et même davantage.

Selon M. Picard, la variation des quantités de fer dans le sang mesure sensiblement la capacité respiratoire, car les quantités d'oxygène varient dans le sang dans le même rapport que celles du fer.

En cherchant s'il n'y avait pas un organe qui pût être considéré comme un lieu de réserve du fer, M. Picard a trouvé que la rate contient, dans les conditions ordinaires, une quantité de fer bien supérieure à celle qui existe dans le sang.

Ainsi, selon l'auteur, la proportion du fer dans le sang varie comme la quantité d'oxygène que ce liquide est susceptible d'absorber, et la rate contient une quan-

tité de fer supérieure à celle qu'on trouve généralement dans les autres parties de l'organisme.

5

Le fer hydrogéné.

Nos lecteurs connaissent la conception remarquable de M. Dumas, qui a considéré l'hydrogène comme un corps analogue aux métaux, sous le rapport de ses propriétés chimiques. Cette idée a fait son chemin et de nombreux travaux sont venus la légitimer. M. Cailletet est l'un des savants qui se sont livrés avec succès à ce genre de recherches. Il a constaté, par ses expériences, le passage, à la température ordinaire, de l'hydrogène à travers le fer. En attaquant une lame de fer avec de l'acide sulfurique étendu, il a vu que l'hydrogène est absorbé en partie par le métal. Si l'on emploie deux plaques de fer soudées bord à bord, la tension du gaz accumulé dans l'appareil peut être équivalente à la pression d'une colonne de mercure haute de 35 centimètres.

M. Cailletet a opéré ensuite sur une solution de chlorure de fer neutre, additionnée de sel ammoniac. La décomposition de ce sel par la pile donne du fer métallique au pôle négatif; ce fer a la forme de mamelons brillants, fragiles et assez durs pour rayer le verre. En plaçant ce fer dans de l'eau ou dans un autre liquide, après l'avoir lavé, on constate qu'il laisse dégager de nombreuses bulles d'un gaz qui n'est autre que de l'hydrogène pur.

Le fer galvanique ne perd, à l'air libre, qu'une partie de l'hydrogène qu'il contient.

Pour connaître la quantité de gaz contenue dans du fer obtenu par sa réduction dans des solutions au moyen de courants électriques, M. Cailletet chauffait le métal dans le vide de la pompe à mercure. Un volume de fer a

donné depuis 236 volumes d'hydrogène jusqu'à 248 volumes.

Un morceau de fer hydrogéné étant approché d'un corps en ignition, on voit brûler le gaz qui se dégage; une flamme légère, semblable à celle d'une mèche trempée dans l'alcool, entoure le métal. On ne peut pas redonner au fer l'hydrogène qu'il a perdu par la chaleur.

On peut pulvériser facilement le fer galvanique, mais il reprend de la ductilité après avoir été chauffé.

Le fer acquiert une grande force coercitive en s'unissant à l'hydrogène. La présence de ce gaz dans le fer modifie fortement ses propriétés magnétiques.

Pour 1 gramme de fer, les échantillons examinés renferment environ 33 centimètres cubes d'hydrogène; ce qui répond, pour 1 équivalent de fer, à 95 centigrammes.

Il semble que l'hydrogène, en se combinant au fer, joue un rôle semblable à celui du carbone dans l'acier, en lui communiquant une grande dureté et une grande force coercitive.

La connaissance des propriétés du fer hydrogéné compléte les faits relatifs à l'absorption de l'hydrogène par le palladium, constatés par Graham, ainsi que les recherches de MM. H. Deville et Troost sur le passage de ce gaz à travers les corps solides homogènes, et les expériences de MM. Troost et Hautefeuille sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'hydrogène.

6

Purification des métaux facilement fusibles.

En partant de l'idée que les métaux étrangers se trouvent à l'état de combinaisons cristallisées dans la masse

fondue d'un métal à basse fusion, M. Lampadius, de Freiberg, avait tenté d'opérer la séparation de ces métaux au moyen du filtre. Il employait comme matière absorbante du sable quartzeux, ou des scories, c'est-à-dire les corps qui ne sont pas humectés par le métal; les impuretés restaient presque toutes sur ce filtre d'un nouveau genre. Mais l'attraction capillaire, qualité essentielle d'un filtre, n'est pas départie au sable; ces expériences originales n'avaient donc pas produit une épuration complète.

En se basant sur ces premiers essais, M. Curter a cherché un filtre qui fût humecté par les métaux en fusion sans se dissoudre dans leur masse. Ses recherches avaient pour but la purification de l'étain de Bohême, qui ne vaut pas celui d'Angleterre et des Indes, qui se prête moins à la teinture, à l'émaillage et à la fabrication du verre et des perles. En raison de la grande puissance d'assimilation du fer pour l'étain, sans combinaison, ce métal a été jugé convenable pour atteindre le but cherché. En conséquence, on débita des feuilles de fer-blanc, très-minces, en bandes de 16 millimètres de long sur 4 millimètres de large; on serra fortement 500 de ces lamelles rangées l'une contre l'autre, dans un châssis en fer, à l'aide de deux coins; ce châssis fut rapporté sur le fond percé d'un creuset en graphite de Passau. On fondit l'étain à essayer dans un creuset; on le laissa refroidir jusqu'à la formation d'une légère couche de cristaux à la surface. On enleva ces cristaux et on versa le liquide épais dans le premier creuset. Par le contact du métal fondu, l'étain recouvrant les lamelles de fer-blanc entra en fusion, et le liquide filtra à travers les interstices capillaires qui se formaient. Le filtre fut recouvert d'un magma pâteux, contenant du fer, de l'arsenic, du cuivre, et combinés avec une petite quantité d'étain; le métal qui avait passé était à peu près chimiquement pur. C'est ainsi que furent purifiés, d'un seul coup, plus de 25 quintaux d'étain de Bohême.

Au lieu du filtre dont il vient d'être parlé, on pourrait

peut-être prendre des copeaux de fer et de fonte soumis à une pression très-forte dans un vase cylindrique. Ces filtres pourraient aussi trouver leur emploi pour séparer l'argent du plomb, ou l'argent et l'or du mercure.

7

Le verre trempé.

Nous avons attendu un certain temps pour parler à nos lecteurs d'une invention nouvelle, parce que nous n'avions pu encore l'apprécier par nous-même. Il s'agit de la propriété que l'on peut communiquer au verre de résistér à des chocs violents sans se briser. L'inventeur est un chimiste, M. de la Bastie.

Nous avons examiné divers objets fabriqués avec du verre ordinaire et ayant subi l'opération de la trempe, d'après les procédés de M. de la Bastie. Ce sont des bobêches, des verres de montre, des soucoupes, des plaques, etc. En lançant ces objets sur des dalles, sur des pavés, en les frappant avec assez de force, nous n'avons pu en déterminer la rupture. Lorsque cette rupture a lieu, le verre se brise en une infinité de fragments de un ou plusieurs millimètres de côté, affectant la forme de parallélipipèdes droits, ce qui explique pourquoi ces fragments ne coupent pas les doigts lorsqu'on les manie.

On sait que les *larmes bataviques* s'obtiennent en laissant tomber du verre fondu dans de l'eau. Les espèces de petites poires ainsi obtenues sont très-dures. Quand on brise leur queue, tout se désagrége en un instant; il en résulte une poussière de verre très-fine. La trempe du verre, effectuée par M. de la Bastie, rappelle en quelque chose l'effet des larmes bataviques.

M. de Morgues, ingénieur aux mines d'Anche, dans le

Nord, donne en ces termes son opinion sur le verre durci :

« Le verre de M. de la Bastie est loin d'avoir la beauté du verre ordinaire, et n'a pu jusqu'à présent être *étendu*, c'est-à-dire mis en plaques parfaitement unies. Mais la série d'expériences auxquelles il a été soumis a montré des qualités importantes. Ainsi, une feuille de verre trempé de 4 millimètres d'épaisseur ne s'est pas brisée sous le choc d'un poids de 100 grammes tombant de 5 mètres de hauteur, tandis qu'une feuille semblable de verre ordinaire s'est brisée pour une hauteur de chute de 60 centimètres. M. Siemens a essayé l'action du feu sur ce verre, et a constaté sa grande résistance, soit à l'action brusque du feu d'un foyer, soit à celle d'une lampe à modérateur puissante. »

Hâtons-nous de dire pourtant que les essais qui ont été faits des échantillons de ce verre ont prouvé aux verreries de la Belgique et du nord de la France que le verre à vitre n'aurait pas trop à craindre de cette invention nouvelle. Le *verre durci* paraît appelé à recevoir de tout autres applications que le verre à vitre. Il ne remplacera jamais le verre à vitre de nos appartements ; mais, pour la toiture des gares ou d'ateliers, les pavages, etc., son emploi pourra devenir général. La goebleterie de verre aura probablement à redouter la concurrence du verre durci. La poterie pourra également être menacée, et ce sera peut-être le principal emploi de ce nouveau produit. On en fera de la vaisselle et des objets de résistance propres à divers usages.

Ce qui s'opposera à l'emploi de ce verre pour les vitres, c'est l'impossibilité où l'on est de le couper. Dès que sa surface est entaillée par un diamant ou un autre corps très-dur, il se réduit en poudre, comme une larme batavique.

Cette pulvérisation toutefois n'est qu'une manière de parler. Ce n'est pas, en effet, une poussière que l'on obtient, mais bien de nombreux fragments. D'ailleurs, une plaque de verre trempé se laisse très-bien entamer par le

diamant; ce n'est que quand on veut la couper en long qu'elle se réduit en éclats.

Les vases en verre trempé vont bien au feu, avec ou sans liquide. Les qualités du verre n'en éprouvent aucune altération, et l'on peut faire bouillir l'eau dans un flacon ou une capsule de verre trempé, comme dans un vase de métal.

Le procédé employé par M. de la Bastie pour obtenir ce curieux produit consiste à ramollir d'abord le verre par la chaleur, puis à le *tremper*, c'est-à-dire à le plonger dans un mélange liquide convenablement choisi et dont l'huile est la base.

On a dit que la trempe du verre est analogue à celle de l'acier; mais il ne faudrait pas prendre pour type la trempe à l'eau froide, car ce traitement augmente la fragilité de l'acier, en même temps que sa dureté. La trempe du verre ressemble à la *trempe de l'acier à l'huile*, que l'on emploie dans l'artillerie et dans la marine pour les aciers à canons de campagne et pour les tubes intérieurs des pièces de gros calibre. La résistance au choc est considérablement augmentée par la trempe de ces objets métalliques dans l'huile.

Le verre trempé polarise la lumière, mais faiblement; ses autres propriétés optiques n'ont pas encore été déterminées.

L'invention de M. de la Bastie a certainement de l'avenir, surtout si des perfectionnements peuvent lui être apportés.

8

Recherches sur le verre trempé, par MM. de Luynes et Feil.

Nous venons de dire que des plaques de verre, c'est-à-dire les vitres, ne pouvaient être coupées sans éclater en

nombreux fragments. MM. de Luynes et Feil ont étudié ce fait.

Il n'est pas possible, disent ces chimistes, d'entamer un morceau de verre trempé, à l'aide de la scie, du foret ou de la lime, sans que ce verre éclate, à la façon des larmes bataviques. Cependant on peut, dans quelques cas particuliers, scier ou percer le verre trempé sans le rompre. Un disque peut-être percé à son centre sans éclater, mais il se brise quand on le perce en un autre point, ou lorsqu'on le scie suivant un diamètre. En examinant, à l'aide de la lumière polarisée, une plaque carrée de glace de Saint-Gobain trempée, on y aperçoit une croix noire, dont les branches sont parallèles aux côtés du carré. Il est toujours possible de scier la plaque suivant les directions de ces lignes sans qu'elles se brisent; mais en dehors de ces lignes parallèlement ou transversalement à leurs directions, on ne peut scier ou percer la plaque sans qu'elle vole en éclats.

On observe fréquemment dans le verre trempé des bulles, souvent assez volumineuses. On avait pensé que ces bulles étaient des espaces vides, provenant du retrait du verre intérieur après la solidification de la couche extérieure par la trempe. C'est même à ces bulles qu'on avait atribué l'explosion des lames de verre trempé. Mais l'expérience montre que ces bulles se produisent presque subitement, au moment de la trempe, dans du verre en apparence homogène. Lorsqu'on recuit ce même verre trempé, on reconnaît qu'après le recuit les bulles semblent avoir disparu; mais en se servant de la loupe on voit des bulles très-petites à la place des bulles volumineuses qui étaient dans le verre trempé. Le même verre étant trempé de nouveau, les bulles reprennent leur premier volume.

Ces bulles ne sont autre chose que des gaz retenus par le verre, qui ont subi par le fait de la trempo une dilatation énorme et pris le volume qu'elles présentent dans le verre trempé. Au moment de la trempe, la densité du

verre diminue et son volume augmente, comme si on exerçait une traction considérable sur sa surface. La dilatation des bulles a lieu sous l'influence de cette traction, qui produit sur elles le même effet qu'une diminution de pression. Des bulles presque sphériques prennent un diamètre au moins douze fois plus grand.

9

La cristallisation du verre.

Une verrerie à bouteille ayant été organisée à Blanzy (Saône-et-Loire) par MM. Videau et Clémandot, on remplaça les creusets dont on se sert ordinairement, par un four à cuvette de grande dimension, chauffé au gaz. A la suite d'un accident, la marche de ce four fut interrompue, et M. Videau fit écouler le verre liquide par les parties déclives de la cuvette. Après l'écoulement du verre fondu, de magnifiques géodes cristallines restèrent à découvert. Elles avaient pris naissance pendant le refroidissement de la masse vitreuse. M. Peligot fut prié d'étudier ce curieux phénomène. Les géodes avec l'*eau mère* de production, c'est-à-dire le verre recueilli à l'état liquide, ainsi que des fragments d'une bouteille faite avec ce même verre, ont été analysés par M. Peligot.

« Les cristaux, dit ce chimiste, ont pris naissance d'abord aux angles du four dont la corrosion, par la matière vitreuse, avait fait des points saillants. Ils se sont ensuite développés sur toute la surface, en formant une croûte qui est restée solide après la décantation du verre liquide au moyen d'une poche. »

Ces cristaux diffèrent beaucoup, par leur aspect et par leur mode de formation, de tous les échantillons de verre dévitrifié qui ont été examinés jusqu'à présent. Ces

derniers sont opaques, homogènes et ont l'aspect d'une poterie : on les nomme *porcelaine de Réaumur*. Ils forment des prismes aiguillés ou des mamelons blancs emprisonnés dans le verre qui les a fournis, et dont il est impossible de les séparer complétement. Au contraire, les cristaux examinés par M. Peligot sont isolés, sans aucun mélange de verre transparent. Ce sont des prismes ayant quelquefois au delà de 20 à 30 000 mètres de longueur. Ils se sont produits dans les mêmes conditions que les cristaux de soufre et de bismuth, que l'on sépare si facilement par décantation, dans nos laboratoires, de la matière encore liquide dont ils proviennent; avec cette différence toutefois que celle-ci est de même nature que les cristaux fournis par ces deux corps, tandis que pour le verre l'*eau mère* n'est point identique aux cristaux quant à la composition.

L'observation de ce fait remarquable et nouveau permet d'éclaircir ce qu'avait d'obscur jusqu'ici le phénomène connu sous le nom de dévitrification *du verre*.

Deux opinions ont cours dans la science pour l'explication de ce phénomène. Une de ces opinions consiste à admettre que la *dévitrification* est due à un partage des éléments vitreux qui donne naissance à un silicate défini, cristallisant au sein de la masse restante, celle-ci ayant, par conséquent, une composition qui n'est pas celle des cristaux. D'après l'autre opinion, le verre dévitrifié serait de même nature que le verre transparent; il résulterait d'une simple modification physique, analogue à celle de l'acide arsénieux transparent qui devient opaque avec le temps. En constatant que le verre en se dévitrifiant ne change pas de poids, on a cru donner à cette interprétation des faits une valeur considérable.

M. Peligot a fait l'analyse des trois produits vitreux de Blanzy, savoir : verre dévitrifié, eau mère et verre normal. Cette analyse n'a pas confirmé la première des opinions que nous venons de rappeler, car le verre cristallisé diffère des deux autres produits. La forme des cristaux

de verre de Blanzy est celle du pyroxène ou prisme oblique presque droit.

10

Sur la formation contemporaine, dans la source thermale de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne), de diverses espèces minérales cristallisées.

A la suite des travaux d'aménagement de la source de Bourbonne-les-Bains, M. Daubrée a été amené à faire les curieuses observations que nous allons résumer.

Le fond d'un *puisard romain* fut mis à sec pour y pratiquer un sondage. Une boue noirâtre, argileuse, recouvrait le fond. Cette boue contenait, dans sa couche supérieure, des morceaux de bois, des noyaux de fruits et des noisettes. Plus bas, on trouva des milliers de médailles romaines, de bronze, d'argent et d'or, ainsi que des statues, des bagues, des épingles.

La vase, tamisée avec soin, donna 4600 médailles, dont 4 en or, 256 en argent et le reste en bronze et en cuivre. On reconnaît sur quelques-unes les effigies de Néron, Adrien, Faustine et Honorius. Parmi les blocs de pierre, l'un, *ex-voto*, avait la dédicace ordinaire de la localité : *Deo Borvoni et Damonæ*. Ces objets ont probablement été jétés comme offrandes faites par les malades qui voulaient se rendre la divinité propice, ou pour la remercier du succès du traitement thermal.

Une autre découverte intéressante est la suivante. Immédiatament sous le niveau des médaillés se trouvaient des fragments de pierre, principalement de grès, non isolés, formant une couche de morceaux cimentés par des matières ayant l'éclat métallique et très-bien cristallisées.

Ces minéraux métalliques ressemblent à ceux des anciennes périodes géologiques, mais ils se sont produits

après l'enfouissement des médailles romaines; ils ont incrusté et enveloppé plusieurs de ces médailles.

Le cuivre sulfuré, le cuivre pyriteux, le cuivre panaché, le cuivre gris antimonial, sont les différentes espèces qui ont été reconnues.

Mais ce qu'il y a de plus nouveau dans cette découverte, c'est la formation du sulfure double de cuivre et d'antimoine formant l'espèce tétraédrite.

Le bois, disséminé en petits morceaux, a une teinte d'un brun clair. Les débris végétaux ont des endroits métalliques.

De nombreux grains de quartz arrondis ont aussi été rencontrés; leur surface était hérissée de cristaux agglutinés par des sulfures. D'autres cristaux sont très-nets, bipyramidaux, complets et isolés. Plusieurs de ces cristaux sont appliqués dans des géodes. Il est des grains qui ressemblent à ceux trouvés souvent dans le grès bigarré, inférieur au grès des Vosges et qui préexistaient. D'autres grains semblent provenir d'une cristallisation contemporaine, aussi bien que le cuivre gris.

Ces différents minéraux contemporains présentent une grande ressemblance avec ceux des époques anciennes.

Comment se sont formées ces imitations contemporaines de gîtes métallifères?

Pour donner cette explication, il faut d'abord connaître l'état des lieux.

La source sur laquelle le puisard a été établi est isolée dans le puits, au moyen de béton et de maçonneries. Le fond du puits est formé par le terrain naturel, composé des argiles bariolées qui recouvrent le grès bigarré et supportent le calcaire du muschelkalk. La source s'élève à travers ces argiles, qu'elle a en partie délayées et entraînées avec elle.

La couche qui contient les médailles recouvre immédiatement la boue où s'opèrent les transformations chimiques; cette boue n'a que 5 ou 6 centimètres d'épaisseur.

Le sondage exécuté à travers le fond du puisard atteint maintenant une profondeur de 14 mètres; les sulfures cristallisés ne se trouvent plus.

Les minéraux métalliques ont été formés au milieu de la boue, par l'action de l'eau minérale qui la traverse. Les sulfates en dissolution, sous l'influence des matières végétales, ont dû se réduire en partie à l'état de sulfures; cette espèce de réduction a dû être aidée par l'insolubilité de ces sulfures.

La présence de l'antimoine a lieu de surprendre, car ce métal n'a pas été signalé dans les sources dont il s'agit. Il est très-probable que ce métal provient des objets enfouis dans le puisard. Bien que les Romains ne connussent pas l'antimoine à l'état métallique, ils se servaient de plusieurs de ses combinaisons. Ils se peignaient le contour des yeux avec le sulfure d'antimoine. Cependant aucune substance antimoniale n'a été signalée parmi les objets enfouis. Cet antimoine proviendrait donc des médailles; on sait en effet que le bronze antique contient de 1 à 6 millièmes de ce métal. L'antimoine est également présent dans quelques minerais de cuivre; il en est de même du cobalt et du nickel.

Une médaille ayant conservé sa forme générale a perdu la netteté de son relief, sa partie interne montrant encore l'éclat et la couleur du bronze. L'extérieur est formé d'une couche blanche, terreuse : c'est de l'oxyde d'étain, un peu coloré en vert par des traces de sels de cuivre. Ce dernier métal est entré dans les combinaisons sulfurées; l'étain y a passé sous forme d'oxyde.

Dans la brèche à sulfures métalliques, les médailles d'argent n'ont pas été attaquées; c'est ce qui explique pourquoi ce métal n'a pas formé de sulfure. Le chlorure d'argent est également absent.

Le fer, dont la présence a été constatée dans le cuivre antimonial, n'existe pas à l'état de pyrite dans les échantillons examinés. La pyrite cuivreuse, souvent re-

couverte par le cuivre gris, s'est parfois superposée à sa surface.

Toutes ces actions ont agi pendant seize siècles environ, ce temps pouvant être beaucoup plus court pour chaque dépôt.

Ce sont là de véritables expériences de démonstration, instituées pendant vingt fois la durée de la vie de l'homme. Voilà, en effet, une eau minérale qui ne contient que des sels neutres très-répandus; cependant elle a produit, par une voie indirecte, des sulfures simples et multiples, offrant une identité frappante avec les combinaisons de cuivre les plus répandues dans la nature. Ces résultats sont une nouvelle preuve de l'intervention des sources minérales lors du remplissage des filons et gîtes métallifères.

Les opérations variées produites par les sources minérales montrent la grande part qui leur revient dans les formations géologiques.

11

Nouvelles études sur la nature de la fermentation alcoolique. Travaux de M. Pasteur. — Discussion sur la fermentation.

Le phénomène de la fermentation reste encore mystérieux, malgré les travaux de M. Pasteur. Ce savant a, comme on le sait, proposé une explication physiologique de la fermentation, très-différente de celle qui a été admise jusqu'ici.

M. Pasteur formule en ces termes les faits qu'il a observés.

La fermentation est la conséquence de la vie sans air, c'est-à-dire sans gaz oxygène libre.

En thèse générale, tout être, tout organe, toute cellule, qui a la faculté d'accomplir un travail chimique,

sans mettre en œuvre du gaz oxygène libre, provoque aussitôt des phénomènes de fermentation. La fermentation ne serait donc autre chose, d'après M. Pasteur, que la conséquence d'un mode de vie, d'un mode de nutrition ou d'assimilation qui différerait du mode de vie et de nutrition de tous les êtres ordinaires, par cette circonstance que les combustions produites par le gaz oxygène libre, et d'où dérivent les manifestations de la vie, sont remplacées par la chaleur de décomposition des substances contenant de l'oxygène. Ces substances sont les substances dites fermentescibles.

Quoique cette théorie prenne faveur, elle a été soumise, dans ces derniers temps, à des objections expérimentales sérieuses, de la part de M. le docteur Oscar Brefeld, qui dirige à Wurzbourg un grand laboratoire de physiologie végétale.

M. Sacchs, dans son *Traité de physiologie végétale*, traduit par M. Van Tieghem, écrit ce qui suit :

« Dans l'opinion de M. Pasteur, opinion très-répandue depuis ses recherches, mais que je n'avais jamais partagée, la levûre peut vivre dans des liquides qui ne renferment pas d'oxygène libre en dissolution : elle se procure alors l'oxygène nécessaire à sa respiration en détruisant les combinaisons chimiques, et c'est précisément ainsi qu'elle provoque la décomposition du sucre en acide carbonique, alcool et plusieurs autres produits. Mais des recherches récentes, entreprises à l'Institut botanique de Wurzbourg, par M. Brefeld, prouvent que cette manière de voir est entièrement dépourvue de fondement. Pour s'accroître, les cellules de levûre, comme toutes les cellules végétales, ont besoin d'oxygène libre, gazeux ou dissous dans le liquide. Ainsi, d'après M. Brefeld, l'accroissement de la levûre, en l'absence de l'oxygène libre, est impossible. « Non, dit-il, il n'existe pas, sur les derniers degrés « de l'échelle organique, une classe d'êtres qui, comme le « pense M. Pasteur, soient capables de vivre d'oxygène à l'é- « tat de combinaison, de se nourrir, de se multiplier dans « ces conditions d'existence absolument contraires à celles qui « sont communes à tout le reste des êtres vivants. »

D'un autre côté, un autre expérimentateur, M. Traube, tout en déclarant que les expériences de M. Pasteur sont exactes, repousse, avec M. Brefeld, l'idée que la vie de la levûre puisse avoir lieu au moyen du sucre, en l'absence du gaz oxygène libre.

Dans la discussion soulevée à cette occasion, M. Pasteur a dû s'efforcer de simplifier ses observations précédentes, afin de les rendre plus décisives par leur clarté et leur précision. Dans une seule et même expérience, ce savant montre que M. Brefeld est dans l'erreur et que l'expérience particulière sur laquelle M. Traube s'appuie pour contredire son opinion, est également inexacte. Enfin, le même dispositif expérimental lui sert à expliquer la cause des interprétations erronées de ses contradicteurs.

M. Pasteur prend un ballon de verre de plusieurs litres de capacité, muni de deux tubulures, l'une étirée à la lampe et recourbée, devant servir de tube conducteur pour les gaz dégagés pendant la fermentation, l'autre droite, à laquelle est soudé un robinet de verre, surmonté d'un petit entonnoir cylindrique. Le ballon est rempli d'eau de levûre sucrée, qu'on fait bouillir de façon à chasser tout l'air dissous, pendant que le tube abducteur plonge dans la même solution bouillante et dont l'ébullition peut continuer pendant le refroidissement du ballon et du liquide qu'il renferme. Le refroidissement du ballon étant obtenu, on engage l'extrémité du tube abducteur dans une petite cuve pleine de mercure, et l'ensemble est transporté dans une étuve à la température de 20 ou 25 degrés. Des expériences directes, faites avec le carmin d'indigo décoloré par le précieux réactif de M. Schützenberger, l'hyposulfite de soude, ont établi que dans ces circonstances il ne reste pas trace de gaz oxygène dans le liquide sucré.

Pour mettre en levain le liquide fermentescible sans exposer celui-ci au contact de l'air, on provoque dans le petit entonnoir la fermentation d'un peu de moût de

bière ou d'eau de levûre sucrée, avec tous les soins voulus pour assurer la pureté de cette fermentation, c'est-à-dire pour que la levûre soit exempte de ferments étrangers. La fermentation des 3 ou 4 centimètres cubes du liquide sucré étant bien en train, on tourne la clef du robinet et on laisse écouler quelques gouttes du moût qui fermente dans le liquide du ballon; on referme immédiatement le robinet, lequel reste surmonté d'une grande partie du liquide en fermentation. Ici, la levûre n'a été ajoutée au liquide fermentescible, absolument privé d'air, qu'en quantité infiniment petite; cette levûre se développe en conformité des expériences antérieures de M. Pasteur et en contradiction de celles de M. Brefeld. Le poids qu'on obtient, la quantité de sucre décomposé ne dépendent que du volume liquide fermentescible.

Des expériences de ce genre ont pu être réalisées sur plusieurs hectolitres de moût de bière, avec d'autres dispositions expérimentales. La fermentation a ainsi plus de durée que les fermentations produites au contact de l'air, mais elle s'achève complétement, contrairement à ce qu'a dit M. Traube, lequel prétend que la fermentation à l'abri de l'air ne fait que commencer pour s'arrêter bientôt.

Mais il ne suffit pas à M. Pasteur de montrer que les expériences de MM. Brefeld et Traube sont inexactes, il fait encore voir, par l'expérience qui vient d'être décrite, comment ces physiologistes ont pu se tromper. Pour cela, M. Pasteur rappelle qu'il a fait remarquer dans ses expériences précédentes que, pour mettre en fermentation des liquides fermentescibles privés d'air, il faut faire usage de levûre jeune. En effet, dit-il, si dans le petit entonnoir qui surmonte le robinet du ballon on laisse la fermentation s'achever avant de mettre en levain la masse du liquide fermentescible du ballon, on verra que la levûre semée aura une peine extrême à se multiplier dans le liquide privé d'air. Cette circonstance a induit

M. Brefeld en erreur; il doit avoir toujours opéré sur une levûre trop vieille pour ce genre d'études.

Si M. Traube n'a observé, à l'abri de l'air, que des commencements de fermentation, et non des fermentations complètes, c'est que, vraisemblablement, il n'avait pas à sa disposition de la levûre pure, laquelle n'est connue que depuis les recherches de M. Pasteur dans ces dernières années. Or, quand la levûre, semée dans des milieux sucrés privés d'air, n'est pas absolument pure, elle se trouve associée, au bout de peu de temps, à des ferments étrangers qui compliquent les phénomènes, font vieillir la levûre alcoolique et suspendent son développement.

M. Pasteur rappelle encore que la plus grande puissance du ferment (non pas sa plus grande rapidité d'action) a lieu quand le ferment agit à l'air libre; qu'au contraire, le minimum de sa puissance se manifeste lorsqu'il utilise, pour sa vie, le plus possible de gaz oxygène libre. En 1860, cet éminent chimiste disait déjà :

« L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital, commençant et s'arrêtant avec ce dernier; il n'y a jamais fermentation alcoolique proprement dite sans qu'il y ait simultanément organisation, développement, multiplication de globules, ou vie poursuivie, continuée de globules déjà formés. »

La fermentation est la conséquence de la vie sans gaz oxygène libre : telle est la formule que M. Pasteur maintient. Pour lui, il existe deux sortes d'êtres : les uns, qu'il appelle *aérobies*, ont besoin d'air pour vivre; les autres, *anaérobies*, peuvent s'en passer. Ceux-ci sont les ferments. Ils peuvent cependant employer des quantités variables d'oxygène libre pour leur nutrition, quand ils en ont à leur disposition, et ils sont ferments plus ou moins puissants dans la proportion inverse des volumes de gaz oxygène libre qu'ils peuvent assimiler. Si leur

vie s'accomplit uniquement avec l'oxygène libre, ils sont *aérobies*, ils ne sont plus ferments ; inversement, quand les êtres *aérobies*, toutes les moisissures notamment, sont placés dans des conditions de vie où il y a insuffisance de gaz oxygène libre, ils deviennent ferments, et précisément dans la mesure du travail chimique qu'ils accomplissent sans gaz oxygène libre.

Enfin, M. Pasteur est convaincu que sa théorie de la fermentation sera établie mathématiquement, le jour où la science sera assez avancée pour mettre en rapport la quantité de chaleur que la vie de la levûre, en l'absence de l'air, enlève pendant la décomposition du sucre, avec la quantité de chaleur fournie par les combustions dues au gaz oxygène libre, lorsque la vie de la levûre s'effectue dans des conditions où ce gaz est fourni en plus ou moins grande abondance.

Ce n'est pas seulement en Allemagne que M. Pasteur trouve des contradicteurs : la discussion que nous allons exposer le plus rapidement possible, et qui a eu lieu à l'Académie de médecine, va mettre en relief les diverses opinions émises en France sur le phénomène mystérieux de la fermentation.

M. Bergeron, élève de M. Gosselin, a ouvert dix-huit abcès. Dans un certain nombre, il a trouvé des organismes microscopiques, sans qu'il y ait eu communication avec l'air extérieur. D'autres abcès, placés dans les mêmes conditions, ne laissaient voir aucun vibrion. En ayant égard à l'âge des sujets, la conséquence est que jusqu'à vingt-deux ans les abcès ne contiennent aucun organisme ; au contraire, les abcès développés plus tard en renferment. Ce n'est donc pas l'air qui, selon les idées de M. Pasteur, apporterait dans l'organisme les germes des vibrions.

MM. Legros et Onimus ont opéré sur un œuf dépouillé de son enveloppe calcaire, sans léser la membrane sous-jacente. L'œuf ainsi préparé a été plongé dans un vase

contenant de l'eau sucrée et de la levûre de bière. Quelques jours après, l'intérieur de l'œuf renfermait de la levûre. Les auteurs de cette expérience en concluent que la levûre s'est développée là spontanément.

M. Pasteur a déclaré que ce fait est inexact; aucune trace de levûre ne se trouve, excepté dans le cas où la membrane est visiblement lésée.

Turpin a inventé une théorie pour expliquer la fermentation et la génération spontanée. D'après lui, la matière albuminoïde translucide, dans le principe, donne plus tard naissance à des points qui se vésiculisent et deviennent de la levûre de bière. D'autres fois, ces points se tubulisent et produisent des moisissures. Cette théorie a été reprise par M. Béchamp, qui a substitué les microzymas aux globulins punctiformes de Turpin. Ainsi se trouvaient expliquées les observations de M. Donné, qui n'avait pas trouvé d'organismes dans les œufs putréfiés.

M. Guyon, préparateur de M. Pasteur, est arrivé à un résultat diamétralement opposé à celui de M. Béchamp: la putréfaction de l'œuf tient à la présence, dans certains œufs, d'organismes microscopiques provenant du cloaque ou de l'oviducte. Si M. Béchamp a soutenu que les organismes se transforment les uns ou les autres, c'est qu'il a employé de la levûre impure.

Le *Penicillium glaucum* a été transformé par M. Trécul en levûre de bière; cette transformation n'a pas lieu en opérant avec des spores absolument pures; M. Trécul est donc également dans l'erreur selon M. Pasteur.

A son tour, M. Fremy obtient la génération spontanée de la levûre de bière par la tranformation des matériaux du jus de raisin. M. Pasteur prétend que là il n'y a pas d'expérience; ce serait une simple affirmation, que rien ne justifie. En extrayant du jus de raisin avec les précautions voulues et en le mettant dans un liquide sucré fermentescible, à l'abri des poussières de l'air, jamais

ce jus n'a donné naissance à la fermentation alcoolique ou à de la levûre de bière.

M. Servel a fait une autre expérience très-grossière. Il a coupé la tête d'un cobaye et l'a plongée dans l'acide chromique. Au bout de quelques jours, on a trouvé dans le crâne des bactéries provenant, d'après l'opinion de l'auteur, de la matière albuminoïde du cerveau.

Tous ces faits, ces expériences, si facilement acceptés et plus facilement réfutables, montrent, dit M. Pasteur, combien il faut être prudent et circonspect dans l'étude de questions aussi délicates.

Et pour montrer toutes les difficultés qu'on a parfois à surmonter, le célèbre défenseur de la panspermie cite un fait saillant.

M. Schützenberger a mis dans de l'eau sucrée la plante aquatique appelée *Elodea canadensis;* au bout de vingt-quatre heures, des gaz se dégagent de la feuille et le liquide devient acide: cette acidité augmente peu à peu; il s'est formé de l'acide butyrique; c'est une véritable fermentation. Aucun vibrion n'a été trouvé dans le liquide; les organismes inférieurs ne sont donc pas intervenus dans cette fermentation due à la transformation des éléments de la feuille.

Sur les observations faites par M. Pasteur, l'auteur de cette expérience a changé ses conclusions. Une nouvelle expérience a donné des résultats bien différents. Ici, l'eau sucrée est dépourvue des matières azotées ou phosphatées nécessaires à la nutrition des animalcules; les vibrions se fixent à la surface de la feuille, y trouvent de quoi vivre; ils sont les vrais agents de la fermentation.

Cette méprise d'un habile expérimentateur est bien faite pour mettre en garde les chercheurs contre les causes d'erreur.

M. Gosselin a défendu les idées de M. Bergeron. Ce savant a soutenu que des bactéries et des vibrions ont bien été vus dans le pus des abcès qu'on venait d'ouvrir.

M. Bergeron n'a pas prétendu combattre la panspermie; il a eu en vue une question de physiologie pathologique, et non une question de doctrine.

Un autre savant, M. Colin, est venu ensuite, et nous pensons que les faits qu'il invoque méritent la plus grande attention. M. Colin a pris des œufs de poule, des œufs de pigeon venant d'être pondus, surtout des œufs de moineaux et autres petits oiseaux; dans tous ces œufs frais, jamais il n'a rencontré ce qu'on peut appeler un vibrionien. Des granulations, des globules vitellins dorés, des membranes amorphes ont pu induire en erreur. M. Colin se déclare très-partisan des causes finales. Il pense que la nature a été assez intelligente et assez adroite pour prémunir l'œuf contre l'accès de germes dangereux qui, s'ils pouvaient entrer dans un, entreraient dans tous. Si ces germes étaient aussi redoutables que le dit M. Pasteur, la nature éviterait de les mettre en contact avec l'œuf. Des expériences concluantes montrent que la coque et la membrane de l'œuf mettent obstacle à l'entrée des matières étrangères. Bien que l'œuf soit perméable aux gaz et aux liquides, bien qu'il respire, absorbe de l'oxygène, exhale de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau, bien qu'il puisse absorber de l'eau, rien n'indique que sa coque et son enveloppe membraneuse laissent pénétrer des éléments étrangers. Tout montre, au contraire, que, même privé de revêtement calcaire, il ne doit pas admettre de corpuscules solides. Tous les œufs à coquille intacte, sans solution de continuité, peuvent se putréfier plus ou moins rapidement et à divers degrés, suivant les circonstances; M. Colin n'a pas vu de germes, d'organismes inférieurs dans l'œuf récemment pondu. La putréfaction ne provient pas davantage de germes apportés du dehors. L'œuf putréfié n'a montré que des éléments mouvants qui pourraient bien être de simples corpuscules albumineux. M. Colin en infère que la putréfaction n'est pas sûrement due à des organismes produits par génération spontanée. D'où il résulte que la putréfaction ne

serait, dans l'œuf, qu'un ensemble d'actions chimiques s'effectuant sans le concours obligé d'êtres inférieurs, A l'air libre, les organismes inférieurs jouent un rôle dans la décomposition putride; mais ne sont-ils pas des spectateurs, des bénéficiaires plutôt que des acteurs ?

Selon M. Poggiale, la proposition suivante : « Il n'y a pas de fermentation sans ferment, » a cessé d'être vraie, depuis les travaux de MM. Lechartier et Bellamy.

Dans ses études sur l'altération spontanée des œufs, M. Gayon n'a jamais rencontré d'organismes dans les œufs sains; mais dans les œufs putréfiés il a toujours constaté la présence de nombreux organismes microscopiques. D'où viennent ces organismes ?

MM. Béchamp et Donné n'ont jamais trouvé dans l'œuf de bactéries, de vibrions, de moisissures, etc. D'un autre côté, la conversion de l'urée est-elle due à une action chimique? La présence d'un ferment est-elle nécessaire pour expliquer la conversion de l'urée en carbonate d'ammoniaque?

Pour répondre à quelques observations faites par M. Bouillaud, M. Pasteur a rappelé les résultats que nous avons reproduits en commençant cet examen, pour réfuter les savants allemands. Les ferments des ferments, a-t-il dit, sont précisément les ferments.

Quant à M. Colin, s'il n'a pas vu d'organismes dans les œufs pourris, c'est qu'il n'a pas su les voir.

Continuant sa riposte générale, M. Pasteur a déclaré n'avoir trouvé que du discours dans ce qu'a dit M. Poggiale. En définitive, si les germes de putréfaction de l'œuf ne viennent pas du dehors, ils existent dans l'œuf. Or tous les œufs devraient se putréfier; M. Pasteur nie que tous les œufs puissent se putréfier. Il a montré un œuf de trois ans qui n'a subi aucune putréfaction.

MM. Poggiale et Colin soutiennent, au contraire, que tous les œufs se putréfient.

Après avoir lu ce résumé de la discussion sur les fermentations qui a eu lieu à l'Académie de médecine, à propos du travail de M. Pasteur, on pensera peut-être qu'elle n'a guère fait avancer la question, et qu'il serait difficile de concevoir aujourd'hui une idée exacte de la cause de la fermentation. Il était cependant nécessaire de mettre ce tableau sous les yeux de nos lecteurs, ne fût-ce que pour montrer dans quelle voie est entrée de nos jours la chimie qui, sur les traces de M. Pasteur, fait une continuelle et bizarre alliance avec l'histoire naturelle et la physiologie, qui mêle les forces de la vie avec celles de l'affinité.

Que sortira-t-il de cette nouvelle chimie? *That is the question.*

12

Influence de l'air comprimé sur les fermentations, par M. P. Bert.

M. Paul Bert, dont les travaux sur les effets de la compression et de la raréfaction de l'air ont obtenu en 1875 un des prix de l'Académie des sciences de Paris, a présenté à cette Académie un nouveau mémoire contenant le développement de ce fait, nouveau et inattendu, que l'air comprimé à une pression suffisante tue tous les êtres vivants.

Cette action n'est pas due à la simple pression de l'air, agissant mécaniquement, mais, comme le dit M. Paul Bert, à la *tension* de l'oxygène comprimé. De plus, l'oxygène à forte tension diminuant ou supprimant les combustions qui dépendent du mouvement vital, les tissus, trop fortement oxygénés, ne s'oxydent plus.

Dans ce nouveau travail, M. Paul Bert étudie les effets de l'air comprimé sur les fermentations. Voici les conclusions de son mémoire :

1° L'oxygène à forte tension arrête les fermenta-

tions proprement dites, qui ne reparaissent plus quand on rétablit la pression normale. Il tue les êtres ferments.

2° Il est sans action appréciable sur les ferments diastasiques, qu'il permet même de conserver actifs pendant un temps illimité.

Parmi les fermentations proprement dites qui dépendent du développement d'êtres vivants, la putréfaction est l'une des plus importantes. Elle est provoquée, comme on le sait, par des animalcules du groupe des vibrions. L'air comprimé ralentit ou arrête la vie de ces êtres et, par conséquent, la putréfaction, ainsi que les oxydations qui l'accompagnent.

Une expérience de M. Paul Bert démontre ce fait remarquable. M. Bert a pris un morceau de muscle pesant 95 grammes; il l'a soumis, depuis le 29 juillet jusqu'au 3 août, à une tension d'oxygène répondant à 23 atmosphères d'air. Après ce temps, la viande n'avait contracté aucune mauvaise odeur; elle avait consommé 380 centimètres cubes de gaz oxygène. Un morceau tout pareil, suspendu au sommet d'une cloche remplie d'air à la pression normale, répandait une odeur infecte et était couvert de moisissures; il avait consommé les 1185 centimètres cubes d'oxygène que contenait la cloche. Les flacons renfermant la viande étant retirés de l'air comprimé, pour les ramener à la pression ordinaire, restent exempts de fermentation, si on se hâte de les boucher, en prenant les précautions nécessaires pour empêcher l'introduction des poussières que l'air tient en suspension.

Ainsi, l'oxygène, soumis à une certaine tension, tue les vibrions qui peuvent engendrer la putréfaction, sans faire perdre à la viande sa putrescibilité.

Toutes les matières organiques sont dans le même cas que la viande; tels sont le pain mouillé, l'amidon cuit, les fraises, les cerises, etc. Le lait ne se putréfie plus après avoir subi l'action de l'air comprimé, mais il peut

se coaguler. La viande, les œufs prennent, sous l'influence de l'air comprimé, une réaction acide qui paraît due à l'acide lactique ; l'acide acétique et l'acide formique se joignent à ces deux acides dans les substances amylacées.

L'étude des fermentations *diastasiques* faite par l'auteur a embrassé la salive, le suc pancréatique, la diastase végétale, la pepsine, la myrosine, l'émulsine et le ferment de la levûre de bière.

13

Sur une matière colorante pourpre dérivée du cyanogène ; par M. G. Bong.

Si on traite par le cyanure de potassium une dissolution acide d'un sel de cuivre, on obtient une coloration rose peu stable. Lorsqu'un sel de fer existe dans la dissolution cuivreuse, une belle nuance rouge apparaît, et la matière qui en est douée est inaltérable, après sa purification. M. Bong a préparé cette matière colorante pure, en ajoutant à une solution acide de cuivre du cyanure de potassium jusqu'à ce que la substance rose eût disparu. Si on traite cette liqueur incolore par un sel de fer acide, on produit du bleu de Prusse en précipité abondant, et le liquide prend une nouvelle coloration. On parvient à entraîner la plus grande partie de la matière colorante rouge, en continuant l'addition du sel de fer. En ajoutant un acide, le sel de fer est entraîné avec le cyanure ; en traitant ce dernier précipité par l'hydrogène sulfuré, la matière colorante est retenue en dissolution dans l'eau. On élimine l'excès d'acide sulfhydrique au moyen de carbonate de plomb.

La dissolution ainsi préparée est fortement colorée en pourpre et débarrassée de sels étrangers.

Cette matière colorante acquiert de la stabilité par

l'action des alcalis. Elle ne teint pas directement les matières textiles, mais elle s'applique aisément en solution, un peu acide, sur les fibres mordancées avec des oxydes métalliques.

14

La flamme du soufre utilisée en photographie.

De nombreuses expériences ont été faites par MM. Alf. Riche et Ch. Bardy, pour utiliser diverses flammes comme agent photographique destiné à suppléer à la lumière du soleil et à opérer dans les lieux privés de lumière, les caves, les grottes, cavernes, etc. Il résulte de leurs essais que c'est la lumière obtenue par la combustion du soufre dans l'oxygène, qui agit chimiquement avec la plus grande activité sur le bromure d'argent.

Ce moyen est d'ailleurs très-pratique, et l'on n'a pas à redouter d'explosion. Il est peu coûteux, car il suffit de se procurer un têt en terre pour alimenter le soufre, et un sac rempli d'oxygène, gaz qu'on fabrique très-aisément.

On augmente à volonté la surface de combustion en remplaçant le petit têt par un vase allongé, dans lequel on fait arriver l'oxygène au moyen de plusieurs becs percés sur un même tube métallique.

Le seul inconvénient que présente ce procédé est l'odeur suffocante du gaz sulfureux; mais on y obvie en se plaçant sous la hotte d'une cheminée. On peut disposer au-dessus du récipient où brûle le soufre, un large entonnoir qu'on fait communiquer avec la cheminée, au moyen d'un tyau dans lequel on détermine un appel par une lampe ou un bec de gaz placé sous un tube latéral.

On peut encore opérer la combustion du soufre dans une cage vitrée communiquant avec la cheminée.

15

Emploi de l'acide borique en photographie.

M. Fleury-Hermagis a déclaré à la Société de photographie qu'il n'a vu nulle part, même dans les plus récents traités, l'acide borique figurer parmi les substances, déjà nombreuses, usitées en photographie.

Cet acide, dit-il, mériterait cependant de prendre rang dans nos laboratoires, pour aciduler les bains d'argent négatifs faiblement et d'une manière constante. Avec un collodion blanc et un bain négatif de cette nature, on évite certainement les voiles, et l'on conserve à la glace humide une sensibilité comparable à celle d'un bain absolument neutre, produit délicat à obtenir en pratique.

L'acide nitrique, en effet, même à faible dose, est, pour cet usage, un peu énergique; il diminue la sensibilité de la couche bromo-iodurée et occasionne souvent un soulèvement partiel du collodion. L'acide acétique, moins violent, a l'inconvénient de s'évaporer assez vite, en sorte que les voiles, conjurés un instant par sa présence dans le bain d'argent, reparaissent au moment le moins opportun. L'acide acétique n'assure aucune régularité à la marche des opérations.

L'acide borique s'emploie avantageusement ainsi qu'il suit: on en fait une solution de 2 à 3 centigr. pour 1 décimètre cube d'eau, on neutralise d'abord le bain d'argent négatif avec le bicarbonate de soude en solution concentrée; quelques gouttes suffisent. On voit qu'il y en a assez lorsqu'un léger trouble apparaît.

On filtre le bain rendu alcalin ou neutre, puis on l'aci-

dule avec l'acide borique, dans la proportion de 2 à 3 grammes de la solution par litre de bain.

16

Les explosifs employés dans l'industrie.

Voici, d'après M. P. Delahaye, la composition des différentes substances explosives employées dans l'industrie :

Coton-poudre. On peut l'obtenir à l'état de pureté parfaite, et il correspond à la formule chimique $C^{24}H^{16}O^{16}$ (5 A2 O^{5}). Comprimé suivant le procédé Abel, il a une puissance d'explosion considérable.

Nitroglycérine. Ce produit, lorsqu'il est pur, répond à la formule $C^{6}H^{5}O^{6}$ (3 Az O^{4}).

Dynamite nº 1. Elle est formée de 25 p. 100 de silice et de 75 p. 100 de nitroglycérine. La silice joue simplement le rôle d'absorbant.

Poudre Hercule. C'est un mélange de poudre ordinaire et de nitroglycérine, dans les proportions de 80 p. 100 de poudre et 50 p. 100 de nitroglycérine.

Poudre Harsley. C'est un mélange de chlorate de potasse et de nitroglycérine, auquel on ajoute quelquefois du charbon de bois ; voici une des formules employées : chlorate, de potasse, 122 ; charbon de bois, 20 ; nitroglycérine, 30. Le chlorate de potasse augmente à la fois le prix de revient et les chances d'explosion sous l'influence des chocs.

Poudre Ohlson et Norbin. Elle renferme de la nitroglycérine, de 10 à 20 p. 100 : du charbon de bois, 6 p. 100 ; et de l'azotate d'ammoniaque, 80 p. 100. Cette poudre, d'une énergie remarquable, exige des soins minutieux, par suite de la tendance de l'azotate d'ammoniaque à s'hydrater.

Lithofracteur. Le mélange le plus énergique dont la fabrication soit autorisée en Angleterre, contient :

Nitroglycérine....................	55 0/0	
Kiesselguhr......................	21 0/0	
Charbon de bois.................	6 0/0	
Soufre........................ } Bioxyde de manganèse......... }	3 0/0	ensemble ou isolément.
Azotate de baryte............. } Bicarbonate de soude.......... }	15 0/0	ensemble ou isolément.

Un échantillon de lithofracteur de MM. Krebs et Ce, de Cologne, a donné à l'analyse :

Nitroglycérine....................	70 0/0
Azotate de baryte................	5 0/0
Charbon en poudre..............	2 0/0
Matière inerte, silice.............	23 0/0

Dualine. Elle se compose de sciure de bois, d'azotate de potasse et de nitroglycérine. En soumettant la sciure de bois à l'action de l'acide azotique concentré, il se forme de la pyroxiline, et la sciure ainsi modifiée augmente considérablement la puissance explosive du mélange.

Dynamite n° 2. Elle contient les éléments de la poudre ordinaire, moins le soufre, avec addition de nitroglycérine. Elle est employée pour le travail dans les roches tendres.

Voici maintenant les résultats obtenus par M. Nobel :

POUVOIR BALISTIQUE.	A POIDS ÉGAL.	A VOLUME ÉGAL.
Nitroglycérine................	100	100
Poudre Ohlson	83	80
Coton poudre et nitroglycérine par moitié................	83	»
Dynamite n° 1................	72	74

POUVOIR BALISTIQUE.	A POIDS ÉGAL.	A VOLUME ÉGAL.
Coton poudre comprimé.......	71	45
Poudre avec 20 0/0 de nitroglycérine.....................	50	»
Lithofracteur	50,5	52
Explosif Curtis et Harvey......	23	17,5
Fulminate de mercure........	30	»

Le lithofracteur analysé ne contenait que de l'azotate de baryte et du soufre; on ne connaît pas la composition de l'explosif Curtis et Harvey.

ART DES CONSTRUCTIONS

1

Le projet de tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre.

Le projet de faire communiquer la France avec l'Angleterre au moyen d'un tunnel sous-marin prend de la consistance. Nous allons faire connaître les progrès qu'a faits cette question en 1875.

La largeur du Pas de Calais (de Calais à Douvres) est de 30 kilomètres au minimum, et comme le tunnel devrait commencer à 10 kilomètres de chaque rivage, il aurait une longueur totale de 50 kilomètres.

Sur la ligne qui serait suivie, la mer a une profondeur maxima de 53 mètres. Au-dessous de son lit, en ce point, commence une couche de craie grise ou de marne bleue, imperméable à l'eau et qui peut être percée facilement. C'est à plus de 50 mètres au-dessous du fond de la mer que serait effectué le percement.

Une société d'essai a été organisée, au capital de 4 millions de francs, qui ont été souscrits moitié en France, moitié en Angleterre, pour faire creuser, à plus de 100 mètres de profondeur, sur le bord de la mer, deux puits d'un diamètre de 8 mètres, l'un en France et l'autre en Angleterre. Ces puits une fois creusés, des sondages horizontaux seront pratiqués ; ce qui permettra

de reconnaître, à plusieurs kilomètres de distance horizontale, la nature du terrain qu'il s'agit de creuser pour joindre les deux rivages.

Tout le monde sait que c'est un ingénieur français, M. Thomé de Gamond, qui, le premier, a eu l'idée et a publié les plans d'un tunnel sous-marin entre Douvres et Calais. Pendant 35 ans, M. Thomé de Gamond a consacré son temps et sa fortune à la réalisation de cette idée. Elle a été reprise de nos jours et amenée à un résultat pratique par deux ingénieurs anglais, MM. Hawkshaw et Brassey, auxquels a été adjoint le célèbre ingénieur français qui a attaché son nom aux magnifiques travaux mécaniques du canal de Suez, M. Lavalley. Deux comités, l'un anglais et l'autre français, sont chargés de procéder à l'exécution du travail d'essai. M. Michel Chevalier préside ces deux comités. Ce travail d'essai durera deux ans. L'exécution totale exigerait six années, en supposant que les espérances soient justifiées par les essais préliminaires auxquels on va se livrer.

Voici comment l'ingénieur anglais, M. John Hawkshaw, a été amené à considérer comme réalisable le plan originairement conçu par M. Thomé de Gamond.

M. Hawkshaw a fait sonder minutieusement les deux rivages et le détroit sur toute sa largeur. Il a indiqué une ligne dont le point de départ, du côté de la France, serait plus rapproché de Calais que ne le proposait M. Thomé de Gamond, et suivant laquelle on pourrait creuser le tunnel d'un bout à l'autre dans un banc de craie très-épais, compacte et homogène. M. Hawkshaw rejette les puits intermédiaires proposés autrefois par M. Thomé de Gamond pour faire communiquer le tunnel avec l'extérieur, en traversant perpendiculairement la masse même de l'eau, ainsi que le port artificiel que notre compatriote voulait établir sur un banc de sable qui existe au milieu du détroit. Les ouvrages de ce genre, conseillés par l'ingénieur français, avaient leur justification à l'époque du projet primitif, mais ils auraient pré-

senté de grandes difficultés d'exécution et ouvert la porte à de grands dangers.

Le banc de craie à travers lequel M. Hawkshaw croit que l'on doit creuser le tunnel, a, sur la côte d'Angleterre, plus de 140 mètres d'épaisseur, et sur celle de France environ 230 mètres.

L'inclinaison des couches permet de penser que les bancs observés sur les deux rives ne peuvent qu'être le prolongement l'un de l'autre, et que la même masse compacte et homogène de craie s'étend au fond de la mer sur toute la largeur du détroit.

Un point de fait sur lequel il importait d'être fixé et qui devait exercer une grande influence sur les dispositions à prendre pour creuser le tunnel sous-marin et sur la dépense qu'en entraînerait l'exécution, était celui du maximum de profondeur de la mer en ce point du détroit. On est aujourd'hui édifié à cet égard. Suivant la direction rectiligne qu'aurait le tunnel, la mer ne va nulle part au delà de 54 mètres de profondeur. Si l'on se représente l'église Notre-Dame de Paris plongée dans le détroit du Pas de Calais, au point de sa plus grande profondeur, les tours sortiraient de l'eau d'environ 12 mètres. Si donc le tunnel est creusé de sorte que la clef de voûte soit à 100 mètres de profondeur, il aura, pour résister à la pression de la mer, un massif calcaire de 46 mètres, c'est-à-dire de plus du double de la taille des plus hautes maisons de Paris, et, s'il est convenablement revêtu, il offrira autant de sécurité que le plus solide souterrain de chemin de fer.

La possibilité de pénétrer sous la mer, sans être exposé à l'invasion des flots, est démontrée par les galeries sous-marines des mines de plomb et de cuivre qui existent dans le comté de Cornouailles et par celles de White-Haven et d'autres points de la côte du Cumberland, où l'on exploite de puissantes couches de charbon avec la mer couvrant le terrain des galeries de mines.

A Botallach, les mineurs vont chercher le métal sous

la mer, à 640 mètres de la côte. Ils vont encore plus loin à la mine du Levant.

A White-Haven, diverses galeries s'étendent à près de 5 kilomètres en ligne droite de la plage. Si l'on y ajoute les nombreuses traverses qui les relient entre elles, c'est un développement de cinquante ou soixante lieues de voies creusées sous l'océan, à des profondeurs qui varient de 70 à 220 mètres. Or jamais l'eau de mer n'a pénétré dans ces galeries. La confiance qu'ont les mineurs dans l'imperméabilité du terrain est telle, qu'ils prévoient une époque naturellement fort reculée où, à force d'aller en avant sous le lit de la mer pour l'extraction du charbon, ils finiront par atteindre la côte d'Irlande, éloignée de plus de 25 lieues.

Dans un *Traité sur les mines et leur exploitation*, publié en 1778, Pryce, ingénieur anglais, va jusqu'à signaler les mines creusées sous la mer comme étant moins exposées que les autres à l'invasion des eaux souterraines. Il en cite l'exemple suivant :

La mine de Huel-Cock, dans la paroisse de Saint-Just, s'étend sous la mer à près de 150 mètres de distance, et dans quelques points il n'y a pas plus de 5 mètres d'épaisseur de roche entre le fond de l'océan et les galeries où travaillent les mineurs ; si bien que l'on entend distinctement le bruit des vagues qui, venant du large de l'océan Atlantique, se brisent sur le rivage. On entend aussi le roulement, pareil au bruit du tonnerre, des galets au fond de la mer : ce qui frappe d'étonnement et presque de terreur les curieux qui éprouvent cette sensation pour la première fois.

Des filons plus riches que les autres ont été exploités, très-imprudemment sans doute, mais ont été positivement exploités à 1 mètre 20 seulement au-dessous du fond de la mer. Il arrivait que, par des temps d'orage, le bruit occasionné par les flots et les galets était épouvantable, et que les ouvriers abandonnaient leurs travaux, plutôt par la terreur que leur inspirait la tempête que par

la crainte de voir la mer tomber sur eux et les engloutir.

N'ayant qu'une aussi faible épaisseur de rocher entre eux et la mer en fureur, ils eurent quelquefois à arrêter des infiltrations d'eau salée qui passait à travers les fentes de la pierre; ils y parvinrent en les calfatant avec des étoupes et du ciment, comme pour boucher les jours d'un navire. Dans la mine de plomb de Perran-Zabuloc, qui s'exploitait sous la mer, on employait le même procédé pour parer aux infiltrations de l'eau marine.

Pour expliquer le peu d'humidité des galeries de mines creusées sous la mer, on suppose que le fond est couvert d'une substance gélatineuse imperméable. Le fait est que toute pierre, tout rocher immobile au fond de la mer, se couvre d'une couche de végétation et de coquillages, qui forme un véritable enduit de nature à empêcher les infiltrations, en remplissant les petites fissures.

Il est probable que l'Angleterre et la France ont été réunies autrefois par un isthme, et que cette langue de terre a été ravinée par les grands courants qui vont de l'Océan vers la mer du Nord, et qui ont produit la coupure qui forme aujourd'hui le canal de la Manche. Cette coupure serait donc le résultat de l'affouillement du terrain par les eaux, et non de la dislocation de la croûte terrestre par soulèvement volcanique, comme ceux qui ont souvent produit la configuration accidentée du sol dans les régions montagneuses. Il est donc probable que le même terrain crayeux dont M. Hawkshaw a trouvé les amorces aux deux extrémités du détroit, se prolonge de l'Angleterre au continent.

L'exécution d'un tunnel sous la Manche sera rendue beaucoup plus facile, grâce à une machine construite par un ingénieur anglais, M. Brunton. L'inventeur l'a soumise depuis plusieurs années à des épreuves variées, et l'a appliquée au creusement du sol avec succès dans

la craie grise de la nature des bancs qui existent au fond de la Manche, aux points où l'on se propose de creuser le tunnel.

Cette machine, mise en mouvement par la vapeur ou par l'air comprimé, fonctionne comme une tarière qui creuserait un trou cylindrique dans du bois. Elle entaille et découpe un massif de craie, sur une section circulaire de 2 mètres 10 de diamètre. Ainsi réduite en fragments, la craie tombe sur une toile sans fin qui est soutenue par des rouleaux, et qui tourne par l'effet du moteur même de la machine. Par ce mouvement, la craie tombe dans des wagons, qui l'emportent sur des rails, hors de la galerie.

Les ingénieurs anglais qui consacrent leurs soins au tunnel sous-marin ont essayé la machine Brunton sur des falaises aux environs de Rochester. Sa rapidité d'avancement était de 1 mètre et de 1 mètre 20 par heure. D'après cela, il ne faudrait que deux ans pour franchir, en partant des deux extrémités, l'espace total à creuser souterrainement entre Douvres et Calais.

Du reste, un rapport présenté en 1875 à l'Assemblée nationale par M. Krantz, à propos du projet de loi sur la déclaration d'utilité publique du tunnel sous-marin projeté entre la France et l'Angleterre, nous paraît exprimer la véritable opinion du monde savant sur les chances de succès de cette entreprise. Ce succès est subordonné à la nature des couches de terrain à traverser, nature qu'il est encore impossible de préjuger avec certitude, en l'absence de sondages effectués sur tous les points du parcours. On ne peut donc affirmer d'avance la réussite de l'entreprise. C'est ce que l'on comprendra après l'exposé fait par M. Krantz, que nous allons exposer.

La zone dans laquelle on peut raisonnablement songer à creuser un tunnel pour la traversée du détroit s'étend, en France, de Calais au cap Grisnez, et, en Angleterre, de Southforeland à Folkestone.

Parmi les directions qui se présentent dans cet espace, la Compagnie a fait choix de celle qui, partant de la côte anglaise, près de la baie de Sainte-Marguerite, aboutit à la côte française, entre Sangatte et Calais. Le tunnel, naturellement tracé en ligne directe, présente dans sa partie sous-marine une longueur de 28 kilomètres. La plus grande profondeur des eaux sera de 54 mètres, d'où il résulte qu'en conservant au-dessus de la voûte une épaisseur largement suffisante pour éviter les effondrements, on n'aura jamais besoin de descendre à plus de 127 mètres au-dessous du niveau de la mer, ce qui permettra l'emploi, pour la voie projetée, de pentes acceptables.

Les couches qui constituent le sous-sol et les rives du fond de la mer appartiennent au terrain secondaire. Elles sont composées d'abord d'un banc épais de craie blanche, qui surmonte la couche dite craie grise. Celle-ci, généralement moins fissurée et plus étanche que l'autre, a paru parfaitement propre à recevoir le souterrain.

Ainsi, par un heureux concours de circonstances, on rencontre dans la direction adoptée une profondeur de mer très-faible et un terrain assez tendre pour être facilement attaqué et cependant assez consistant pour abriter les ouvrages. Les rives elles-mêmes sont assez basses pour que le raccordement des voies terrestres avec la partie sous-marine n'exige pas de trop nombreuses pentes d'accès.

Tout paraît donc concourir à rendre l'exécution des travaux, sinon facile, au moins possible, avec les ressources dont on dispose. Sans doute, la longueur de la partie sous-marine, les difficultés d'accès, d'aérage, d'approche des matériaux, imposeront plus d'un problème difficile à l'expérience et à l'esprit inventif de nos ingénieurs; mais ces problèmes ne dépassent pas leurs forces, et ils seront résolus.

Un seul point, dit M. Krantz, laisse des doutes, mal-

heureusement très-graves. La couche de craie grise dans laquelle on devra cheminer est-elle compacte et partout homogène? Ne présente-t-elle pas des érosions profondes, provenant du violent passage des mers, lors de la rupture des anciens équilibres? N'est-elle pas craquelée par des fissures provenant des soulèvements voisins, et que le défaut de plasticité de la craie aura empêchées de se résoudre complétement? Enfin ne rencontrera-t-on pas au milieu de cette couche, en apparence si régulière, quelques sommets de montagnes antérieures à la craie et noyées dans sa masse?

A ces importantes questions, la géologie seule doit répondre. Malheureusement, elle ne peut le faire d'une manière complétement rassurante, et il faut reconnaître que tous ces accidents de terrains sont possibles.

L'étude attentive du sol, sur les deux rives de la Manche, les sondages qui ont permis de constater la régularité d'allure du banc de craie, les mesures exactement prises de la plongée des couches, par suite des soulèvements voisins, ont fourni de précieux renseignements, qui, discutés avec sagacité, donnent des probabilités, et rien de plus. C'est là, on le reconnaîtra, un terrible *aléa* avec lequel il faut compter, et qui doit influer sur l'économie même des travaux. Avant tout, il faut évidemment commencer par faire des sondages profonds sur les deux rives de la Manche. Si les résultats de ces sondages sont favorables, on devra ouvrir une galerie d'essai d'un côté à l'autre du détroit, et enfin n'aborder l'exécution du tunnel que quand tous les renseignements recueillis auront démontré qu'il est réellement exécutable. Jusqu'à ce que cette preuve soit faite, l'entreprise ne pourra être considérée comme devant réussir. La Compagnie ne pourrait, sans imprudence, prendre des engagements qu'un simple accident de terrain peut l'empêcher de remplir.

Quoi qu'il en soit, et en se plaçant dans l'hypothèse,

très-désirable, d'une réussite, la Compagnie a constitué son projet de la manière suivante :

Au centre et sur 26 kilomètres, le tunnel présentera une partie légèrement arquée, ayant son point culminant vers le milieu du détroit, à 100 mètres en contre-bas du niveau de la mer, et descendant vers les rives par des pentes inclinées à 3 millimètres 8 dixièmes par mètre.

Des deux extrémités de la partie centrale on regagnera les rives anglaise et française par deux rampes de 11 kilomètres de longueur, ayant respectivement 12 millimètres et demi et 13 millimètres et demi d'inclinaison par mètre.

Émergé du sol, le chemin sous-marin se raccordera, sur la côte anglaise, avec les chemins du South-Eastern et de Chatam and Dower, et sur la côte française avec les rails de la Compagnie du Nord.

Enfin, en prolongement de la partie centrale, deux galeries à petite section, ayant chacune 4 kilomètres 50 de longueur, viendront conduire les eaux d'infiltration aux puisards établis sur les rives, où de fortes machines les prendront pour les remonter au jour.

On sait que le chemin de fer sous la Manche a été déclaré d'utilité publique par l'Assemblée nationale en 1875, à la suite de la présentation du projet de loi par le ministre des travaux publics.

La question du tunnel entre la France et l'Angleterre est si intéressante en elle-même, que nous croyons devoir reproduire ici un exposé assez étendu de ce projet, qui est dû au principal promoteur de cette entreprise en France. Nous voulons parler de M. Michel Chevalier.

Dans une conférence faite au mois de février 1875 dans la salle de la Société d'encouragement, M. Michel Chevalier, parlant après M. Levalley, le savant ingénieur qui s'est immortalisé par ses travaux sur l'isthme de

Suez, a présenté l'exposé suivant du projet de jonction sous-marine entre la France et l'Angleterre :

« Ce projet, dit M. Michel Chevalier, a étonné d'abord le public; l'idée en a paru tellement hardie, quoiqu'elle fût loin d'être nouvelle, qu'elle a excité la défiance; mais l'examen que nous en avons fait a fortifié nos convictions.

« L'entreprise répond, en effet, à une des nécessités actuelles de la civilisation. Un des caractères les plus évidents des sociétés modernes est le besoin que les hommes éprouvent d'aller les uns au-devant des autres, de franchir les frontières, de renverser les obstacles qui les divisent. Le commerce s'est étendu, les idées de libre échange, qui sont maintenant admises, au moins dans une certaine mesure, par tout le monde, se sont développées. Il a fallu faciliter les déplacements, les transports, améliorer les voies de communication de manière à économiser à la fois le temps et l'argent. Ce mouvement incessant, pour faciliter les échanges et les voyages, a fait construire les chemins de fer; il a engagé à utiliser sous toutes les formes les voies navigables par eau, et surtout la navigation maritime; il entraîne fatalement l'industrie à perfectionner sans cesse les moyens de communication, et, si l'on compare le budget actuel des travaux publics avec celui qu'on y consacrait il y a cent ans, on trouve qu'il n'a pas seulement doublé ou triplé, mais qu'il est devenu trente et quarante fois plus considérable.

« La navigation maritime a certainement de très-grands avantages. C'est le moins cher des moyens de transport, et il n'en coûte pas autant pour conduire une marchandise par mer du Havre dans l'Inde que pour la porter en chemin de fer, par grande vitesse, du Havre à Paris; mais ce précieux avantage disparaît en grande partie pour les petites distances, à cause des frais de transbordement et de magasinage, et, d'autre part, pour les voyageurs, une traversée maritime est un obstacle que beaucoup de personnes redoutent d'affronter, à cause du mal de mer, qui est la conséquence souvent inévitable de la moindre navigation. Les ingénieurs de notre époque ont donc été placés, par l'accroissement continuel des relations entre l'Angleterre et le continent, devant ce difficile problème : *faire disparaître les inconvénients de la traversée de la Manche*, parce qu'aucune partie des mers d'Europe n'est plus fréquentée et, malheureusement, n'est plus pénible à franchir.

« Les propositions pour la solution de cette question n'ont pas manqué. On a projeté des ponts de diverses formes, des tubes placés au fond de l'eau ou suspendus sous les flots. On a conçu des navires disposés de manière à n'être que peu influencés par les lames courtes du détroit ou qui, même, pouvaient charger un train entier de chemin de fer sans exiger de transbordement. Pour recevoir ces navires, qui ne peuvent pas entrer dans les ports français trop peu profonds, M. Dupuy de Lôme projette de construire, en mer, un port isolé dans les flots, qui serait relié à la rive par une passerelle à claire-voie. D'autre part, M. Bessemer compte supprimer le mal de mer au moyen d'un navire dont le salon suspendu sera toujours dans la même position et à l'abri de l'influence des mouvements de la mer. D'autres idées ont été mises en avant, mais il nous semble que chacun de ces projets ne résout qu'une partie du problème, et nous croyons qu'il est nécessaire de créer, entre l'Angleterre et le continent, une communication terrestre de tous les instants, qui ne puisse être gênée ni par les variations des heures de marée, ni par les tempêtes, ni par l'ensablement des ports, et qui ne puisse porter aucun obstacle à la navigation maritime : le tunnel sous la Manche présente seul tous ces avantages.

« Cette entreprise est-elle aussi difficile, aussi téméraire qu'elle paraît l'être au premier abord? Est-elle tellement chanceuse ou dispendieuse qu'on doit reconnaître à son égard l'impuissance de l'industrie humaine et, après mûr examen, l'abandonner? Nous pensons le contraire, surtout à cause des trois faits suivants : la profondeur du détroit est restreinte et, entre Calais et Douvres, elle est assez faible pour que la grande pyramide d'Égypte mise au point le plus profond émerge encore de près des deux tiers de sa hauteur; en second lieu, sa largeur n'est que de 30 kilomètres, c'est à peine le double de la longueur du souterrain du Saint-Gothard, dont on attend l'achèvement dans quelques années, et on conçoit qu'il soit facile de percer deux tunnels de ce genre bout à bout. Mais ce qui distingue surtout la traversée de la Manche des souterrains des Alpes, c'est que ceux-ci sont ouverts dans les roches les plus dures que la dynamite puisse attaquer, et n'auraient peut-être pas pu être réalisés avant l'invention des poudres explosives et celle des procédés mécaniques fondés sur l'intervention de l'air comprimé, tandis que le banc de craie argileuse qui s'étend sous le Pas de Calais est un des terrains les plus faciles à déblayer que l'on connaisse.

« C'est sans doute la prévision de ces circonstances favorables qui a fait penser, il y a plus d'un siècle, à la possibilité de l'exécution d'une pareille entreprise. Dès 1750, une Académie, celle d'Amiens, mettait au concours l'étude des moyens de faciliter les communications entre la France et l'Angleterre. Le prix fut décerné, en 1751, à Desmarets, qui proposa le passage souterrain auquel on revient aujourd'hui. Cette idée fut reprise par Henry, adjudant du génie, dans un mémoire imprimé à Boulogne, en 1810, et après le rétablissement de la paix, par plusieurs autres personnes, entre autres par M. de Gallois, ingénieur en chef du corps des mines.

« On aurait tort aujourd'hui d'exagérer les difficultés de l'exécution. Ce travail est de l'ordre de ceux que les ingénieurs modernes connaissent bien. Des nations possédant des moyens bien moindres que ceux d'aujourd'hui ont plusieurs fois achevé de plus grandes entreprises. La muraille de la Chine, qui a 2000 kilomètres de longueur, le double de la longueur de la France, représente, suivant le voyageur Barrow, un volume de maçonnerie supérieur au double de celui de toutes les habitations construites sur la surface des îles Britanniques de son temps (1793). Les Incas, au Pérou, avaient élevé, de Cusco à Quito, deux chaussées en grandes pierres polies, assemblées sans mortier, qui avaient chacune 2000 kilomètres de longueur. Dans les temps modernes, des entreprises extrêmement considérables et pour le moins aussi difficiles que le tunnel ont été menées à fin, par les moyens ordinaires, lorsque l'intérêt public l'a exigé. C'est ainsi qu'a été ouvert en quelques années le chemin de New-York au Pacifique, sur une longueur égale à cinq fois celle de la France, au travers de déserts immenses, au milieu de populations sauvages hostiles, et en franchissant la chaîne des montagnes Rocheuses, une des plus élevées du globe terrestre. Le canal de Suez a été, par l'ensemble des circonstances, une œuvre encore plus ardue. En ce moment, il existe dans un grand rayon autour de Chicago, au centre des États-Unis d'Amérique, une région très-fertile en céréales, composant plusieurs États dont les intérêts ne sont pas convenablement satisfaits par les moyens actuels de communication. Une commission du Sénat fédéral, chargée de l'étude des réclamations produites à ce sujet, n'a pas hésité à proposer un ensemble de travaux aboutissant à l'océan Atlantique ou au golfe du Mexique, par quatre points différents, et devant donner lieu à une dépense d'un milliard et demi. Si le plan de la commission est adopté, ce qui est assez

probable ou du moins très-possible, tous ces travaux seront terminés dans quelques années. On est donc fondé à penser que les difficultés d'exécution, la grandeur de l'entreprise et la dépense n'arrêteront pas la réalisation d'une œuvre dont l'utilité a été aussi bien reconnue que celle du tunuel sous la Manche. Dans cet exposé rapide, je n'ai pas cité de travaux maritimes, mais j'aurais pu nommer la digue de Cherbourg, œuvre de la France, et la Hollande, qui a épuisé la mer de Harlem et qui, peut-être dans peu de temps, desséchera la mer du Zuyderzée.

« Les conséquences de la jonction de l'Angleterre avec la France et le continent dépasseront certainement toutes les prévisions qu'on peut faire maintenant. L'Angleterre jouira de tous les avantages des communications continentales sans perdre aucun de ceux que lui donne en ce moment sa situation insulaire, soit au point de vue de sa sécurité, soit pour son commerce maritime. Ce ne sera pas d'ailleurs sans de grands profits pour la civilisation, les arts et le progrès de toute nature, qu'on aura réuni les deux plus grandes villes du monde, Londres, avec quatre millions d'habitants, et Paris, qui a deux millions d'âmes, et qu'on les aura tout à coup placées à huit heures seulement de distance l'une de l'autre. Si le développement commercial qui doit en résulter est évident, les avantages moraux qui en seront la conséquence ne sont pas moins incontestables. On peut, sans crainte, affirmer, par exemple, que, si le tunnel de la Manche avait été percé il y a vingt ans, la sympathie mutuelle des deux nations se serait beaucoup fortifiée, et aurait produit des modifications profondes dans les événements de 1870, que l'isolement de la France a rendus si funestes.

« En résumé, nous pensons donc que l'exécution du tunnel sous la Manche est devenue une des nécessités de la civilisation actuelle, et qu'elle peut seule satisfaire les besoins et les aspirations des deux nations les plus commerçantes de l'Europe. Nous nous proposons d'entreprendre ces travaux. Nous ne répondons pas de réussir; on a toujours quelque mauvaise chance contre soi quand on est les premiers à tenter la réalisation d'une entreprise difficile. Nous serons, en tout cas, comme les pionniers qui marchent en avant et risquent, par cela même, quelque chose. Aussi bien, avant de nous lancer dans les travaux définitifs, nous consacrerons une somme importante à reconnaître le terrain. Si nous n'atteignons pas le succès espéré, d'autres viendront après nous, et, en profitant

des résultats de notre tentative et des perfectionnements continuels des arts, ils atteindront le but. Aussi, permettez-moi d'en exprimer devant vous la conviction profonde, le siècle ne sera pas terminé sans que cette œuvre, désormais indispensable à deux grandes nations et profitable au monde civilisé tout entier, ait été accomplie. »

Après cet exposé général, fait par M. Michel Chevalier, M. Lavalley a fait connaître les moyens techniques que les ingénieurs se proposent d'employer pour l'exécution du tunnel sous-marin.

« La pensée, a dit M. Lavalley, d'unir l'Angleterre au continent par une voie souterraine n'est pas nouvelle assurément; mais l'antagonisme des deux peuples voisins divisés d'intérêts, l'état du commerce entre eux roulant, à cette époque, sur des relations bien moins fréquentes que maintenant, l'ignorance des principes les plus essentiels des sciences économiques, ont contribué bien plus à l'abandon dans lequel ce projet a été laissé que les difficultés réelles qu'il pouvait éprouver dans son exécution et que les craintes que pouvait inspirer une entreprise d'une apparence aussi téméraire.

« Cependant, pendant de longues années de paix, le commerce a pris une grande extension; les relations entre les deux pays voisins sont devenues tellement actives, que la rapidité de la navigation à vapeur n'a plus été suffisante, et des deux côtés on a éprouvé un besoin impérieux de communications plus faciles et plus régulières. Alors les recherches et les études sérieuses ont commencé. Cependant, pour qu'elles s'étendissent jusqu'à l'idée de réaliser un passage sous-marin qu'on avait toujours relégué parmi les conceptions théoriques sans fondement sérieux, il fallait que les sciences fissent de nouveaux progrès.

« On voyait bien que la côte anglaise aux environs de Douvres était formée de calcaires ressemblant aux roches de la côte française, mais il fallait les travaux de tous les géologues et naturalistes de la première moitié de ce siècle pour qu'on pût établir quelque prévision sur la succession des diverses couches qui forment l'écorce du globe, classer ces terrains, connaître leur composition, leur structure, leur âge géologique. Alors seulement on sut que les terrains de la côte anglaise, en tout semblables à ceux de la côte française, avaient

été formés en même temps qu'eux, qu'ils faisaient partie d'une même masse dont les eaux du détroit couvrent maintenant une partie.

« L'étude attentive des deux rives permit aussi d'asseoir une opinion probable sur la manière dont cette vallée, occupée par la mer, avait été creusée. Les inclinaisons des couches du terrain sur les deux rives sont égales. Un examen minutieux a fait voir qu'elles paraissaient concorder comme celles qui se trouvent sur un même continent; on a conclu de cette comparaison attentive qu'autrefois un prolongement du continent unissait l'Angleterre à la France, et que l'action incessante des flots sur les deux rives de cet isthme avait fini par le rompre et par ouvrir le détroit qu'on voit aujourd'hui. C'est ainsi que nous voyons, chaque jour, les côtes de la Normandie et du Pas de Calais, sans cesse attaquées par les flots, reculer continuellement devant la mer. Les éboulements des rives, qui enlèvent quelquefois jusqu'à 100 mètres de la terre ferme, sont continuels, et dans quelques siècles notre littoral aura été profondément modifié par ces altérations incessamment répétées. Divers faits du même ordre, bien connus, ont confirmé cette manière de voir; des documents montrent, par exemple, qu'à une époque postérieure à la conquête des Romains, et même encore au VIIIe siècle, la presqu'île de Cherbourg s'étendait à plusieurs kilomètres au delà de sa position actuelle et englobait l'île d'Aurigny. L'île de Jersey faisait alors partie du continent dont elle est aujourd'hui éloignée de 25 kilomètres, et des chartes dont l'histoire fait mention stipulaient la charge de l'entretien d'une passerelle sur la voie de terre qui allait dans ce territoire. On ne peut donc pas mettre en doute que des événements du même ordre que la rupture de l'isthme du Pas de Calais aient eu lieu dans des régions voisines.

« Parmi les géologues français qui ont étudié cette question, on doit citer M. Thomé de Gamond, qui a repris en 1833 le projet d'un tunnel sous la Manche et qui, après de longues études, a présenté, en 1856, au gouvernement français, un projet complet qui lui a mérité les remercîments du ministre des travaux publics. Depuis cette époque, rien ne lui a coûté, ni travail ni efforts, pour familiariser le public et les ingénieurs avec l'idée d'un tunnel qui avait jusque-là paru irréalisable.

« D'autres projets, en apparence moins hardis, furent présentés, mais leur examen ne fut pas favorable à leur mise à exécution. Les uns voulaient poser au fond de la mer un tube

en fonte de grande dimension dans lequel aurait passé un chemin de fer; d'autres proposaient des ponts à ouvertures gigantesques sous lesquels les navires auraient passé, et ils ne reculaient pas devant l'obstacle que ce rideau d'écueils dangereux aurait apporté à la navigation dans une mer aussi fréquentée. Des esprits moins audacieux ont pensé à jeter à travers le détroit une digue en remblais reconstituant l'isthme que la mer avait détruit et donnant passage, par des dérivations latérales, aux navires qui auraient voulu traverser cet ouvrage.

« Dans un autre ordre d'idées, on a proposé de conserver la navigation comme moyen de communication en améliorant les navires et régularisant leur service. Des bâtiments très-larges et de la longueur des grands paquebots seraient peu sensibles aux courtes lames du détroit, et sur la côte de France ils seraient reçus dans des ports nouveaux, à construire, qui puissent présenter un tirant d'eau plus grand que les ports actuels encombrés par le sable. M. Dupuy de Lôme indiquait pour cela une combinaison avantageuse, par un port en pleine mer, relié à la terre ferme par un pont d'une construction facile.

« Pendant qu'on s'occupait de ces études, le tunnel du mont Cenis, le plus grand qu'on eût jamais entrepris, était ouvert, et la réussite de ce grand ouvrage encourageait à entreprendre celui du Saint-Gothard, qui a 15 kilomètres de longueur. Pour la première fois, dans ces travaux, on était parvenu à remplacer la main-d'œuvre des mineurs par le travail des machines, et le perfectionnement des matières explosives permettait, par la substitution de la dynamite à la poudre, d'obtenir dans le deuxième souterrain une vitesse d'attaque double de celle qu'on avait eue au mont Cenis. On pouvait donc, avec confiance, penser à entreprendre des tunnels plus longs encore, et on revint à l'espoir d'ouvrir un passage sous la mer entre l'Angleterre et la France, passage auquel l'activité, toujours croissante, des relations commerciales et le nombre considérable des voyageurs donnaient un certain degré d'urgence.

« MM. Brassey, Hawkshaw et Wyse, en Angleterre, reprirent donc ces études. Ils arrêtèrent une direction nouvelle pour l'emplacement de la traversée du détroit, de manière à profiter de la couche la plus favorable du terrain. Cette couche est la craie grise légèrement argileuse qui est au-dessous de la craie blanche, et qu'on a rencontrée dans plusieurs tranchées ou

tunnels des chemins de fer voisins. Elle est facile à travailler, et c'est au milieu de ce banc que serait ouvert le tunnel projeté. Pour la bien connaître, ils étudièrent avec soin le terrain environnant. Pendant plusieurs mois, M. Brunnel, le petit-fils de l'auteur du premier passage souterrain sous la Tamise, sonda en tout sens le fond de la mer dans le détroit de Calais à Douvres, et il trouva que la sonde rapportait beaucoup de craie. M. Brassey et ses amis, avec le concours de M. Thomé de Gamond et d'éminents ingénieurs français, présentèrent alors une première demande de concession. La guerre et les événements qui la suivirent empêchèrent l'expédition régulière de ce projet, mais il n'était pas abandonné. La Compagnie du chemin de fer du Nord souscrivit une part importante de la somme qu'on voulait consacrer à des travaux d'essai et à de nouvelles explorations. MM. de Rothschild y contribuèrent généreusement; de toute part les offres d'argent affluèrent, et on dut en refuser plus qu'on n'en put accepter. Le gouvernement anglais a témoigné de toute sa sympathie pour une œuvre qui doit faciliter les relations de l'Angleterre avec la France et le continent: nous osons donc espérer que le projet de loi soumis aux délibérations de l'Assemblée nationale sera favorablement accueilli et qu'on pourra bientôt commencer les travaux d'essai.

« Ces travaux consisteront surtout dans le creusement, tout près de la mer, sur l'une et l'autre rive, de puits d'assez grande dimension, descendant jusqu'au niveau du tunnel projeté, et dans le percement de galeries qui se prolongeront sous la mer aussi loin qu'on le jugera nécessaire pour connaître les conditions dans lesquelles devra être placée l'ouverture de la communication sous-marine.

« Pendant ces premiers travaux, le public se familiarisera avec l'idée de la possibilité d'une entreprise qui paraît si téméraire au premier abord, et d'autre part, en voyant de près et touchant le terrain dans lequel les travaux seront situés, on pourra accommoder les moyens d'exécution avec les conditions dans lesquelles on doit opérer.

« Le tunnel doit avoir 32 kilomètres sous la mer, et ne peut être entrepris que par les deux bouts; mais il sera ouvert dans une roche tendre pour laquelle on peut employer des machines, comme il en existe déjà, qui feront le déblai à la manière des tarières, tandis que le passage du mont Cenis a été ouvert au milieu de roches les plus dures qu'on eût exploitées à la poudre. Celui du Saint-Gothard a 15 kilomètres de

longueur et traverse des roches plus dures encore, dont on ne viendrait pas à bout sans l'emploi de la dynamite.

« Dans les souterrains des Alpes, la grande difficulté est le déblai, et la rapidité des travaux est réglée par la quantité dont le travail de la mine avance chaque jour. Pour la Manche, le déblai sera fait avec facilité, et la vitesse d'exécution dépendra de la rapidité avec laquelle les ouvriers pourront exécuter la voûte et les pieds-droits qui la soutiennent. Pour résoudre cette question, l'expérience des grands travaux publics fournit bien des moyens; il suffira de choisir entre eux et de les bien combiner.

On s'est demandé si des mineurs partant d'Angleterre et de France se rencontreront au milieu du trajet avec une exactitude suffisante. Il n'est pas nécessaire de s'appesantir sur la réponse à cette question. Par un beau temps, les extrémités des travaux sont en vue l'une de l'autre, et on connaît la précision des instruments que nos habiles constructeurs fabriquent pour l'astronomie. Un exemple cependant peut rassurer à ce sujet : les deux extrémités du souterrain du mont Cenis n'étaient pas en vue l'une de l'autre et ne pouvaient être vues simultanément d'aucun point, et cependant la rencontre des deux branches de travaux s'est faite avec une exactitude telle, que la déviation n'a pas dépassé 15 centimètres.

« Ce sont des difficultés d'un autre ordre qui doivent préoccuper les auteurs d'un pareil ouvrage. La mer avec son immensité, la pression considérable qu'elle exerce sur le sol, fait redouter les travaux qu'on peut vouloir placer au-dessous d'elle. Ici on doit faire remarquer que la Manche, en ce point, a peu de profondeur; les tours de Notre-Dame, placées au point le plus profond, émergeraient encore de 12 mètres au moins; cette profondeur n'est guère plus grande que la largeur d'une des arches du pont du Carrousel. Le tunnel serait placé à 125 mètres de profondeur, c'est-à-dire qu'il y aurait encore entre le fond de la mer et lui une épaisseur de terre de 60 à 80 mètres. Cette masse suffira pour empêcher les infiltrations; en tout cas elle en réduira assez la quantité et la pression pour qu'elles ne gênent pas l'exécution des travaux.

« Pour arriver à cette profondeur de 125 mètres, les embranchements de chemins de fer, détachés des concessions placées sur les deux rives, s'enfonceront en tranchée et en tunnel, avec une pente de 10 à 13 millimètres par mètre sur 12 kilomètres de longueur, jusqu'à l'aplomb du rivage; ils

continueront ainsi jusqu'à la rencontre du profil général de la construction qui doit traverser la mer, puis ils s'élèveront avec une pente de 1/3 de millimètre par mètre jusqu'au milieu du trajet total, cette pente étant nécessaire pour l'écoulement des eaux de condensation ou de filtration.

« Félicitons-nous de ce que, lors de l'établissement des chemins de fer, toutes les nations de l'Europe ont adopté la même largeur de voie. Ainsi, après l'ouverture du chemin de fer sous la Manche, un wagon parti de l'extrémité de l'Écosse pourra circuler sans obstacle sur l'Europe entière, depuis les Pyrénées jusqu'à la Vistule ou à Constantinople.

« On s'est inquiété aussi des moyens à employer pour le renouvellement de l'air dans un tunnel de cette longueur, et de l'inconvénient que pourra présenter la combustion nécessaire pour l'action des locomotives. Plusieurs systèmes ont été proposés pour parer à cette faiblesse de l'aération, si elle existait: des tubes atmosphériques moteurs, machines à air comprimé, etc. Mais il n'est pas besoin de ces procédés, qui cependant seront peut-être usuels un jour. Les deux extrémités du souterrain, placées dans des régions très-éloignées, auront toujours une pression barométrique différente, et un courant d'air continu sera naturellement sans cesse en mouvement dans le tunnel. Au besoin, on pourrait utiliser l'action des vents, qui est toujours très-énergique dans cette contrée, ou même se servir de machines soufflantes, qui sont très-connues et récemment perfectionnées.

« Toutes ces difficultés secondaires seront aisément résolues par la science. Devant cette grande entreprise, il n'y a qu'un obstacle sérieux qui puisse se dresser. Le banc de craie argileuse dans lequel les travaux seront placés règne-t-il sans interruption et sans cassure d'une rive à l'autre? D'éminents géologues en sont convaincus. La concordance de la stratification sur les deux rives, la continuité de la nature du sol dans toute l'étendue du détroit, la faible profondeur et la régularité du profil de la mer en ce point justifient l'hypothèse admise sur la cause de l'ouverture du détroit, et donnent tout lieu de penser qu'il n'y a pas de rupture dans le terrain de la craie argileuse. Cependant, si cette dislocation avait eu lieu, on aurait à traverser en ce point des terrains moins imperméables; mais les 60 mètres d'épaisseur qui sépareront les travaux de la mer agiront comme un filtre qui ralentirait considérablement l'arrivée des filtrations. On aurait alors à employer les moyens dont on a usé dans tous les souterrains pour traverser

les parties qui fournissaient des sources, et, quelque abondantes qu'elles aient été, jamais le percement n'a été abandonné. Si le tunnel sous la Tamise, exécuté par M. Brunnel, a présenté de très-grandes difficultés, elles ont été surmontées. Un deuxième souterrain a été ouvert sous la même rivière, mais il était placé plus bas, et il a été terminé sans encombre en quelques mois de travail.

« Cette hypothèse extrême n'a donc rien qui doive détourner de l'exécution de l'entreprise. L'existence de la mer au-dessus de la tête des travailleurs ne peut donner lieu non plus qu'à des craintes sans fondement. Il existe en effet, en Angleterre, des mines qui ont étendu sous la mer, jusqu'à plusieurs kilomètres de distance, leurs galeries d'exploitation. Ces parties n'ont pas donné plus de filtrations que les autres, et cependant l'épaisseur du toit est quelquefois si faible que, pendant les tempêtes, les mineurs entendent rouler sur leur tête les galets que la vague charrie.

« Ayons donc confiance dans la réussite de la grande entreprise à laquelle vont préluder encore de nouvelles études et les travaux préparatoires de l'exécution définitive. Le temps est venu de se mettre à l'œuvre. La science a fouillé et étudié les terrains du rivage; la sonde lui a montré le fond de la mer et la nature du sol jusqu'à la profondeur où doivent être placés les ouvrages à exécuter, et l'art de l'ingénieur a toutes les ressources nécessaires pour combattre les difficultés qui pourraient se présenter. »

2

Le tunnel sous la Mersey.

Un travail souterrain intéressant se fait en Angleterre. On a commencé, en 1875, les travaux pour la construction d'un tunnel qui doit passer sous la Mersey, pour réunir Birkenhead à Liverpool. Du côté de Birkenhead, le puits d'entrée a été creusé à la profondeur de 29 mètres; la galerie de direction atteint 30 mètres sur $2^m,70$ de diamètre. Les travaux déjà exécutés ont fait penser aux ingénieurs Brunless et Fox que le banc

de grès rouge qu'il faut traverser est dans d'excellentes conditions pour le percement d'un tunnel, et que les fissures qu'on pourrait rencontrer doivent être remplies de vase comprimée tout à fait imperméable à l'eau. Ce grès rouge est le même que celui qui a été trouvé dans des travaux d'excavation entrepris à Liverpool et dans ses environs. Du côté de cette ville, on doit creuser le puits très-profondément, et la couche de grès aura plus de 10 mètres entre la voûte du tunnel et le fond de la rivière. Le point culminant du tunnel sera au centre; les eaux d'infiltration s'écouleront vers les points où sont les puits d'entrée en galerie.

Les ingénieurs pensent terminer en un an la première galerie et achever le tout en deux ans. Ce tunnel aura 1900 mètres de long; mais l'ensemble des lignes de raccord atteindra 5 kilomètres. Le tunnel coûtera 15 millions, le percement seul de la galerie de direction occasionnera une dépense de 2 millions et demi.

3

Le grand tunnel du mont Saint-Gothard.

Historique. — Dès l'année 1846, le gouvernement du Piémont, quoique préoccupé du percement des Alpes Pennines par un tunnel dans le groupe du mont Cenis, paraissait disposé à faciliter la traversée des Alpes suisses par un chemin de fer.

Après l'unification de l'Italie, les provinces du centre et du nord du nouveau royaume réclamèrent énergiquement l'exécution de ce dernier projet, devenu indispensable à leur prospérité commerciale et industrielle. Des négociations furent ouvertes avec le Conseil fédéral helvétique, et divers tracés concurrents furent proposés par les cantons directement intéressés.

Les cantons de l'Est patronnaient le passage du Splu-

gen, ou du Lukmanier, reliant le lac de Constance et le Rhin supérieur à la vallée du Tessin et aux plaines lombardes; les cantons du centre demandaient la ligne du Saint-Gothard par la rive du lac de Lucerne, la vallée de la Reuss et celle du Tessin, et les cantons de l'Ouest le passage du Simplon par la vallée du Rhône et celle de la Tosse[1].

Ces trois projets aboutissaient au lac Majeur, dont l'extrémité sud est à 50 kilomètres de Milan.

Des études détaillées furent entreprises par d'habiles ingénieurs, pour ces divers passages; mais, en mars 1869, le gouvernement italien avisa le Conseil fédéral helvétique qu'il préférait la ligne centrale, et qu'il lui serait impossible d'assurer aux autres passages la forte subvention qu'il comptait offrir pour l'exécution du tunnel du mont Saint-Gothard.

Une convention entre la Suisse et l'Italie fut conclue à Berne, le 15 octobre 1869. Elle stipula les bases suivantes:

1° Le chemin de fer du Saint-Gothard partira simultanément de Lucerne et de Zug, pour aboutir à la frontière italienne sur Luino, au bord du lac Majeur, et sur Chiasso, près de Côme, la longueur totale du réseau étant à peu près 263 kilomètres.

2° Depuis le lac de Lucerne jusqu'à Biasca (près du lac Majeur), le chemin sera à double voie.

3° Le maximum des pentes sera de 0,025 et le minimum des courbes de 300 mètres.

4° Le grand tunnel sera percé en ligne droite, et son maximum d'élévation ne dépassera pas 1162 mètres au-dessus du niveau de la mer.

5° La subvention nécessaire pour rendre possible l'exécution de cette ligne est fixée à 85 millions : la Suisse y participera pour 20 millions et l'Italie pour 45 millions.

6° La Confédération suisse fera exécuter les prescrip-

1. Ce dernier projet permettait un tunnel à un niveau bien inférieur à celui des souterrains du mont Cenis et des autres passages nommés ci-dessus.

tions pour l'exécution de la ligne, et le Conseil fédéral prononcera sur toutes les questions relatives à la construction du grand tunnel.

7° La Suisse se réserve de prendre toutes les mesures nécessaires pour garantir sa neutralité et sa défense.

Les clauses de cette convention restèrent pendant deux ans sans effet, parce que la Confédération du Nord ne voulait contribuer que pour 10 millions, au lieu des 20 millions qui lui étaient demandés. Ce ne fut qu'au mois d'octobre 1871 que l'empire allemand consentit à élever sa subvention à 20 millions.

Dimensions et tracé du tunnel. — Sur les 263 kilomètres de ce réseau, une moitié environ nécessitera de grands travaux d'art, principalement dans la vallée de la Reuss et la partie supérieure de celle du Tessin.

L'œuvre capitale de cette ligne est la percée du massif du mont Saint-Gothard par un tunnel à double voie, de même section que celui du mont Cenis, mais qui le dépassera de 2700 mètres en longueur, et qui doit s'exécuter dans des roches plus dures et plus exposées à de fortes infiltrations. C'est le plus grand tunnel à double voie que l'on ait entrepris à ce jour, sans puits auxiliaires entre les extrémités.

Le temps accordé à l'entrepreneur n'est que les 2/3 environ de celui qui a été nécessaire pour l'achèvement du souterrain du mont Cenis : ce percement présente donc un immense intérêt, en vue de tous les travaux analogues qui pourront être entrepris dans un temps rapproché.

Ce tunnel doit réunir la vallée de la Reuss avec celle du Tessin; sa direction fait un angle de 5° environ avec celle du méridien. L'entrée du côté nord du tunnel, placée très-près du petit village de Göschenen, a son seuil à 1109 mètres au-dessus de la mer, ou à 672 mètres au-dessus du lac de Lucerne. La sortie sud, voisine du village d'Airolo, aura son seuil élevé de 1145 mètres au-dessus de la mer, ou à 948 mètres au-dessus du lac Majeur, que traverse le Tessin.

Ce tunnel est à double pente, comme celui du mont Cenis. Du côté de Göschenen, la voie montera d'un peu moins de 6 pour 1000, pour redescendre, du côté d'Airolo, par une pente de 1 à 2 pour 1000. Au centre du tunnel, c'est-à-dire au sommet de la ligne, une partie en palier aura ses rails élevés de 1152 mètres au-dessus de la mer.

Les dimensions du souterrain sont les mêmes qu'au mont Cenis, savoir : 6 mètres de hauteur sous clef, $7^{m},60$ de largeur au niveau des traverses, et 8 mètres de largeur à 2 mètres au-dessus des traverses.

Du côté d'Airolo, le tunnel se termine par une courbe de 300 mètres de rayon; mais le tunnel doit être prolongé de 165 mètres en ligne droite, afin de faciliter à la Compagnie les mesures pour la vérification de la ligne de direction. En tenant compte de ce prolongement, la longueur totale en ligne droite sera de 14,920 mètres.

Du côté de Göschenen, le tunnel traverse un massif d'environ 2500 mètres de roches granitiques. Il rencontre ensuite un repli de calcaire siliceux correspondant à la vallée d'Urseren. Le reste du massif, jusqu'à 1 kilomètre environ d'Airolo, se compose essentiellement de gneiss micacés ou amphiboliques; enfin, près d'Airolo, on retrouve quelques couches calcaires, plusieurs failles et une abondance d'eau tout à fait extraordinaire.

La position géographique des deux extrémités du tunnel a été déterminée par une double opération : la première a été exécutée par M. O. Gelpke, et la seconde par MM. Plantamour et Hirsch, directeurs des observatoires de Genève et de Neuchâtel.

L'exactitude remarquable de ces deux opérations ne saurait être mise en doute, puisque, avec un personnel et des instruments différents, ces habiles observateurs sont arrivés à des résultats identiques, à quelques centimètres près [1].

1. On s'est servi, pour ces opérations, d'une base mesurée dans la

Conditions imposées à l'entrepreneur. — Le 5 avril 1872, la Compagnie du Gothard avait ouvert un concours général pour l'exécution de ce grand tunnel des Alpes. Sept entreprises se présentèrent, dont trois seulement parurent sérieuses. Parmi ces trois, l'entreprise L. Favre et Ce de Genève obtint la préférence. Ses offres étaient d'environ 15 millions au-dessous du prix demandé par ses concurrents, et elle offrait de terminer le tunnel dans un temps plus court d'une année. M. Favre était honorablement connu comme ayant entrepris d'importants travaux de chemins de fer, parmi lesquels de grands tunnels, en France et en Suisse. De plus, M. Favre s'était assuré la coopération de M. le professeur D. Colladon de Genève, à titre d'ingénieur conseil de l'entreprise[1].

Les conditions souscrites par M. L. Favre sont les suivantes :

1° M. Favre a déposé aux mains de la Compagnie du Gothard un cautionnement de 8 millions.

2° Il assume l'exécution complète du tunnel, à ses périls et risques, ainsi que de toutes les installations qu'il jugera nécessaires pour l'achèvement du tunnel, comprenant la force motrice, les compresseurs, les perforateurs et autres machines, les cintres et échafaudages, les voies de service, le matériel de transport, les ateliers, magasins, habitations d'ouvriers, hôpitaux, chantiers, pour le prix de 2800 francs le mètre courant, non compris les maçonneries et la voie définitive.

3° Ces prix comprennent également toutes les chances auxquelles est exposé l'entrepreneur, par suite de diffi-

plaine d'Andermatt; sa longueur était de 1450m,44. La différence de longueur entre les deux bornes fixées près des extrémités du tunnel n'a été que de *cinquante-trois millimètres*, et la différence de hauteur absolue de *quatre-vingt-dix-huit millimètres*.

1. *Premier rapport de la Direction et du Conseil d'administration du Chemin de fer du Gothard.* Zurich, 1873, p. 37

cultés imprévues qui pourraient se présenter durant l'exécution.

4° M. Favre s'engage à achever complétement le tunnel dans l'espace de huit ans, ou au maximum dans l'espace de neuf ans. Si le tunnel n'est pas achevé au bout de huit ans, il subira, pendant le premier semestre de la neuvième année, une retenue de 5000 francs par jour, et pendant le second semestre une retenue de 10 000 francs par vingt-quatre heures, jusqu'au jour de l'achèvement.

Au bout de la neuvième année, les 8 millions de cautionnement peuvent être confisqués par la Compagnie du Gothard.

A ces conditions s'est ajoutée, par la faute de la Compagnie du Gothard, une difficulté de plus pour l'habile entrepreneur. Les travaux d'abord du tunnel, dont la Compagnie était restée responsable, auraient dû être complétement terminés au 27 août, date pour laquelle les engagements de M. Favre avaient été ratifiés. Dans ces conditions, il lui serait resté deux mois et demi environ pour installer ses premiers appareils, dévier une partie de la force motrice, et exécuter les bâtiments d'ateliers, de magasins et d'habitation les plus indispensables. Il aurait pu, en outre, pousser rapidement les premiers travaux de percement de la galerie, et mettre ses ouvriers à l'abri pendant les mois les plus rigoureux et avant la chute des neiges qui, dans ces hautes stations, se déposent souvent en couches si épaisses qu'elles entravent les travaux extérieurs et rendent les transports difficiles et fort coûteux.

Du côté d'Airolo, les abords du tunnel furent achevés avant la fin de septembre; mais, du côté de Göschenen, ils ne l'étaient pas à la fin de décembre, et l'entrepreneur dut construire, à ses frais, une voûte provisoire pour abriter ses premiers travaux de percement.

Le Conseil fédéral helvétique, auquel est réservé le droit de décider en cas de contestation, a fixé le 1er oc-

tobre 1872 comme premier terme des engagements souscrits par M. Favre.

Si nous comparons les conditions imposées au Saint-Gothard avec celles de l'entreprise du tunnel du mont Cenis, long de 12 233 mètres, ou de celui du mont Hoosac, le plus grand qui ait été percé aux États-Unis, mais dont la longeur totale n'est que de 7634 mètres, nous trouvons que les travaux du Gothard doivent progresser deux fois plus vite que ceux du mont Cenis, et que d'autre part le prix payé par mètre d'avancement au Gothard ne sera qu'à peu près les 2/3 de celui qu'a exigé le percement du mont Cenis, et la moitié de la dépense par mètre courant au tunnel de Hoosac [1].

En 1872, la presque universalité des ingénieurs considéraient les engagements pris par M. Favre, relativement au temps, comme impossibles à réaliser. Cette opinion s'est considérablement modifiée depuis. L'énergique activité avec laquelle ont été poussées les premières installations, telles que les canaux de dérivation pour la force motrice, l'établissement des compresseurs et des moyens de perforation, les ateliers et autres bâtiments, et les rapides progrès obtenus depuis dans les travaux d'avancement, rendent fort probable l'achèvement complet en huit années, ou en tout cas avant le terme de neuf années.

Système de percement. — La rapidité d'exécution d'un grand tunnel se lie naturellement au mode qui est suivi pour l'exécution et à quelques règles techniques sur lesquelles les ingénieurs diffèrent d'opinion.

Un tunnel à double voie, comme celui du mont Cenis ou celui du Saint-Gothard, entraîne une excavation de 8 mètres de largeur, sans compter la place pour les maçonneries, ce qui donne une section totale d'environ 50 mètres carrés à ouvrir dans l'intérieur de la montagne.

1. Le tunnel du Hoosac a coûté plus de 6100 francs par mètre courant.

On n'attaque pas immédiatement cette grande section; on ouvre d'abord une petite galerie appelée *galerie de direction*, ou d'*avancement*, ayant environ 2^m,50 de largeur et autant de hauteur, qui doit précéder de 200 à 300 mètres les travaux d'élargissement. Le fond de cette petite galerie s'appelle *la tête*, ou *le front de taille*. L'avancement à la tête est la question capitale des progrès du tunnel; on y travaille au moyen de machines mues par l'air comprimé, lequel produit à la fois la perforation mécanique et l'aération pour les ouvriers. C'est ce procédé qu'avait proposé dès 1852 le professeur Colladon pour le percement du mont Cenis dans un mémoire communiqué au Gouvernement sarde et qui avait reçu l'approbation de l'Académie de Turin.

Une galerie de direction doit-elle être percée dans le bas ou dans le haut de la grande section? C'est une question qui a beaucoup occupé les ingénieurs pendant ces dernières années. Le souterrain du mont Cenis avait été commencé par le bas; celui du Hoosac a été exécuté d'après les deux systèmes. L'entrepreneur du tunnel du Gothard a préféré l'attaque par la partie supérieure. D'habiles ingénieurs ont approuvé ce système, et d'ailleurs la vitesse remarquable avec laquelle les travaux progressent a démontré, à ce qu'il semble, la bonté de cette méthode.

Du côté d'Airolo, malgré un volume d'eau d'infiltration tout à fait exceptionnel[1] et la faiblesse de la pente pour l'écoulement, l'avancement n'a pas été très-notablement inférieur à celui de l'attaque par le côté nord. Cette méthode a, en outre, le mérite de faciliter les travaux pour l'établissement de la voûte.

La galerie d'avancement du tunnel du Saint-Gothard est donc percée à la partie supérieure, à la hauteur de la voûte. Elle a environ 2^m,60 de largeur sur 2^m,40 de hau-

1. Ce volume d'eau était en 1874 de 14 mètres cubes par minute du côté d'Airolo, et la galerie d'avancement a été transformée pendant près d'une année en un véritable canal.

teur. Le tunnel entier devant être voûté, le toit de la galerie de direction se trouve au-dessus de l'intrados de la voûte d'une quantité à peu près égale à l'épaisseur des voussoirs, en sorte que ce toit correspond à un niveau élevé de 6^{m},50 ou 7 mètres au-dessus de la base future des voies de fer définitives.

A 200 ou 300 mètres en arrière du front de taille, on abat, soit à la main, soit avec des machines, les segments de gauche et de droite, afin de dégager la place pour la construction de la voûte. Ces deux nouvelles attaques s'appellent *les abatages*.

A 200 ou 300 mètres en arrière des abattages, on ouvre un fossé appelé *cunette du strosse*, qui descend jusqu'au seuil de la grande section du tunnel. La largeur de la cunette est d'environ 3 mètres, et sa partie inférieure se trouve à 4 ou 5 mètres au-dessous du sol de la galerie d'avancement.

A mesure que la tête de la cunette avance, on attaque à droite et à gauche les parois de la cunette. Ces parties s'appellent *strosse de gauche* et *strosse de droite*.

Quand le *strosse* est enlevé, la section entière du tunnel est excavée, et on procède, s'il y a lieu, à l'achèvement des piédroits et à celui des maçonneries.

Pour faciliter l'enlèvement des déblais, l'arrivée et le départ des machines et des outils, on a établi deux petits chemins de fer ayant 1 mètre de largeur de voie; le premier règne tout le long de la galerie d'avancement et se prolonge sur le sol des abatages; l'autre, placé à 4 ou 5 mètres plus bas, est posé sur le sol de la cunette.

Pour relier ces deux chemins de fer, on a établi dans la cunette deux élévateurs.

Cet appareil, inventé en 1845, est essentiellement composé de pistons de presses hydrauliques destinés à soulever un tablier sur lequel on place les wagons ou les matériaux que l'on veut monter ou descendre d'une voie sur l'autre.

Le mécanisme qui doit soulever le tablier, avec le

wagon ou les matériaux dont il est chargé, se compose d'une pompe aspirante et foulante, mise en mouvement par l'air comprimé. L'eau refoulée par cette pompe doit actionner les pistons hydrauliques qui soulèvent le tablier.

Cette opération exigerait plusieurs minutes; pour la rendre plus rapide, on se sert de l'*accumulateur*. M. Armstrong a eu l'ingénieuse idée d'établir, entre la pompe foulante et le tablier, un puissant piston intermédiaire chargé d'un contre-poids permanent de plusieurs milliers de kilogrammes. C'est cet appareil que l'on nomme *accumulateur*.

Le travail de la pompe s'emploie à soulever le piston de l'accumulateur avec son contre-poids permanent, et, quand on veut élever rapidement le tablier avec le wagon qui y est placé, on ouvre un robinet de communication entre le cylindre du piston accumulateur et ceux destinés à soulever le tablier. En moins d'une minute le piston accumulateur s'est affaissé et la charge du tablier est transportée à l'étage supérieur; un pont volant sert ensuite à l'amener sur la voie dite des abatages.

Tous les ingénieurs admettent ce principe : que *l'avancement général des travaux d'un tunnel dépend essentiellement des progrès plus ou moins rapides de la galerie de direction.*

On ne peut accumuler qu'un petit nombre d'hommes et de perforatrices à la tête de la galerie de direction, tandis que pour élargir on peut mettre plus de machines et un nombre considérable d'ouvriers.

M. Favre a réalisé au front de taille des deux extrémités du tunnel du Gothard des progrès qui dépassent de beaucoup ceux obtenus soit au mont Cenis, soit dans d'autres travaux de tunnels percés dans des roches siliceuses.

Au mont Cenis, l'avancement le plus rapide a été obtenu dans les deux dernières années 1869 et 1870. Cet avancement avait été de 1431 et 1635 mètres pour l'année

entière, ou 410 mètres pour l'avancement moyen maximum des deux côtés réunis pendant un trismestre. Au mont Hoosac, cet avancement trimestriel maximum n'a été que de 237 mètres.

Au Saint-Gothard, les cinq derniers trimestres ont donné, pour les deux têtes réunies, les nombres d'avancement suivants :

AVANCEMENTS TRIMESTRIELS.	GÖSCHENEN.	AIROLO.	ENSEMBLE.
	m c	m c	m c
Du 1er juillet au 1er octobre 1874...	321.60	174.10	495.70
Du 1er oct. 1874 au 1er janv. 1875...	283.60	243.30	526.90
Du 1er janvier au 1er avril 1875.....	267.90	289.10	557.00
Du 1er avril au 1er juillet 1875.....	312.10	344.20	656.30
Du 1er juillet au 1er octobre 1875...	360.90	326.20	687.10

La marche progressive de ces cinq trimestres fait entrevoir que ce dernier nombre de 687 mètres sera peut-être dépassé dans les trimestres suivants.

Cette rapidité merveilleuse d'exécution est due en grande partie à la puissance des moteurs, à l'emploi judicieux de machines très-puissantes et nouvelles pour la compression d'air, et à de nombreux perfectionnements dans la construction et le mode d'emploi des machines perforatrices. Ces appareils et ces perfectionnements seront décrits dans les articles suivants.

Dérivations, moteurs et compresseurs. — Le principal élément de progrès dans le percement des très-longs tunnels est l'emploi judicieux des machines, et la possibilité de disposer d'une force motrice considérable.

Cette force doit se transmettre, selon le procédé de M. Colladon, par l'air fortement comprimé qui sert à actionner les perforatrices, tout en aérant les profondeurs du tunnel.

Cette puissance s'obtient, au Gothard, au moyen de chutes d'eau, de turbines et d'appareils de compression.

Deux rivières torrentielles ont été utilisées du côté d'Airolo : l'une, la Tremola, prend sa source à quelques kilomètres de l'hospice du mont Saint-Gothard; son eau est rarement trouble; sa pente moyenne est d'environ 20 pour 100. Ces deux avantages devaient la faire préférer. D'autre part, son volume est assez restreint, et pour obtenir une force notable on a dû recourir à un maximum de hauteur de chute qui s'élève à 180 mètres ou 18 atmosphères.

La dérivation de l'eau de la Tremola présentait de grandes difficultés. Elles n'ont pu être surmontées qu'en établissant la prise d'eau à 400 mètres au-dessus des moteurs et en versant l'eau de la Tremola dans le lit d'un autre torrent, moins exposé à la chute des avalanches.

La plus grande partie du lit de la Tremola est encaissée dans une espèce de gorge, où d'énormes avalanches encombrent son lit à peu près chaque hiver. Il fallait absolument placer le barrage, le canal de prise d'eau et le réservoir servant de dépotoir, dans des endroits accessibles pendant l'hiver. On y est parvenu par la combinaison ci-dessus décrite.

Le *réservoir-dépotoir* est divisé en plusieurs chambres, qui servent à retenir les corps flottants et à séparer l'eau des sables ou graviers.

De ce réservoir placé à 180 mètres au-dessus des moteurs l'eau épurée descend par une conduite métallique, de $0^{m},62$ de diamètre et 840 mètres de longueur, jusqu'au bâtiment qui contient les moteurs et les compresseurs. Ce bâtiment renferme quatre turbines, ou roues tangentielles, construites par la maison Escher Wyss et Cie, de Zurich. Ces turbines, qui ont $1^{m},20$ de diamètre et 100 aubes, sont à axe vertical et doivent faire environ 350 tours par minute. Elles ont été fondues en bronze d'une seule pièce avec leurs aubes. Sous ces pressions excessives le fer, la fonte ou l'acier, s'usent très-rapidement par le choc de l'eau, tandis que le bronze peut durer intact pendant quelques années.

Chaque arbre de ces quatre turbines est muni à sa partie supérieure d'un pignon conique qui commande une grande roue d'angle et son arbre moteur horizontal. Ces arbres horizontaux sont placés sur une seule et même ligne et commandent directement les compresseurs à air.

L'ensemble de cette canalisation et le jeu des appareils sont très-satisfaisants, mais, dans les deux dernières années, le volume d'eau de la Tremola a été réduit, pendant les jours de froid excessif, et à courts intervalles, à environ 100 litres par seconde.

Comme la ventilation et l'action des perforatrices doivent marcher nuit et jour sans aucune interruption, M. Favre s'est décidé, en 1874, à créer une seconde canalisation et à recourir à l'eau du Tessin, comme supplément de force motrice. Ce torrent, qui n'a que 5 pour 100 de pente près d'Airolo, semblait défier toute dérivation durable, car il coule entre des bords escarpés formés de roches éboulantes, le long desquelles descendent chaque hiver de fréquentes avalanches de neige et de rochers.

Toutes ces difficultés ont été cependant surmontées, et un canal de dérivation, long de 3 kilomètres, avec une pente de 1 à 2 pour 100, a été suspendu aux flancs de ces rochers presque à pic, en traversant deux ponts-aqueducs, longs de 15 à 30 mètres, au-dessus de ravins profonds de 20 à 25 mètres.

Pour élever l'eau du Tessin jusqu'au réservoir de la Tremola, à 180 mètres au-dessus des turbines, il aurait fallu pousser la canalisation jusqu'à 7 kilomètres. On a dû se borner à une élévation de 90 mètres, en établissant un second réservoir spécial pour l'eau du Tessin.

Il y a donc à Airolo deux chutes différentes, dont l'une est double de l'autre, ce qui rendait indispensable, pour le bon emploi de la force motrice, l'établissement de deux variétés de turbines.

Cet établissement a été réalisé d'une manière simple et peu coûteuse. Ces secondes turbines ont été placées sur l'arbre vertical des premiers moteurs à 1 mètre au-

dessus des roues tangentielles. Une conduite composée de tubes en tôle de 0m,75 de diamètre amène l'eau du Tessin jusqu'au bâtiment des moteurs, et la verse, par un distributeur spécial, sur la couronne des turbines Girard.

Sur le côté nord du tunnel, la vallée de la Reuss est aussi exposée parfois à des avalanches de pierres ou de neiges. Ces dernières ont l'inconvénient de transformer momentanément l'eau du torrent en boue neigeuse qui obstrue les conduites et occasionne des chômages momentanés.

Le débit de la Reuss, bien supérieur à celui de la Tremola, ne s'abaisse presque jamais au-dessous d'un mètre cube par seconde. La pente du torrent d'environ 10 pour 100 a permis d'obtenir une chute utile de 85 mètres par un barrage placé à 926 mètres en amont de l'extrémité du tunnel.

Au-dessous de ce barrage, l'eau traverse un dépotoir de 100 mètres cubes de volume; de là une conduite en tôle de 2m,85 de diamètre amène l'eau au bâtiment des moteurs.

Appareils pour la compression de l'air. — Ces appareils constituent une des innovations les plus intéressantes des travaux de percement du mont Saint-Gothard.

En 1852, le professeur D. Colladon, de Genève, avait remis au gouvernement sarde un mémoire détaillé à l'occasion du percement du mont Cenis.

Il contenait aussi divers détails pratiques sur les moyens d'utiliser l'air comprimé par des pompes pour la transmission de la force, son emmagasinement, les injections d'eau dans les trous en percement, et sur la possibilité de recueillir le travail au fond du tunnel pour mettre en mouvement des outils perceurs.

M. Colladon proposait d'utiliser les chutes d'eau au moyen de turbines, et de rafraîchir des pompes comprimantes par une enveloppe d'eau et une injection intérieure.

Ces projets, qui ont trouvé une application partielle au Mont-Cenis, se trouvent maintenant réalisés en entier pour l'exécution du tunnel du Saint-Gothard[1].

Nous avons donné dans la quinzième *Année scientifique* (1872) une analyse des moyens de percement qui ont été employés pour le tunnel du mont Cenis. Nous avons établi dans ce travail que l'idée de remplacer le câble de M. Maus par une circulation d'air à très-haute tension, en faisant servir cet air à diverses fonctions utiles et à l'aération du tunnel, est celle qui a le plus contribué au succès de l'entreprise et qui est devenue, pour ainsi dire, l'âme du percement du tunnel des Alpes.

Les pompes de compression d'air employées au Saint-Gothard sont construites d'après un nouveau système, et diffèrent des machines de compression qui ont servi au mont Cenis, machines que nous avons décrites dans l'article que nous venons de citer de l'*Année scientifique*.

Les vingt béliers que MM. Sommeiller, Grandis et Grattoni, avaient d'abord répartis aux deux entrées du tunnel du mont Cenis, ne purent être employés à Modane et ne servirent que peu d'années à Bardonnèche. On leur substitua des compresseurs dits *à colonne d'eau*, dans lesquels des pistons mis en mouvement par un moteur hydraulique faisaient osciller quatre colonnes d'eau, renfermées dans autant de cylindres à simple effet munis de soupapes[2].

Ces pompes, bien supérieures aux béliers compresseurs, avaient aussi des inconvénients. Le poids de l'eau à mouvoir à Modane, à chaque cylindrée, dépassait 2600 kilogrammes, et 2000 à Bardonnèche.

1. *Cinquième rapport trimestriel du Conseil fédéral suisse aux gouvernements subventionnaires*. Berne, 1874, p. 11.

2. Des compresseurs à piston liquide avaient été employés à Paris en 1826 par l'ingénieur Taylor, pour comprimer du gaz d'éclairage. Ils ont été décrits, en 1828, par M. Dumas, dans son *Traité de Chimie appliquée aux arts*.

On comprend *à priori* que des pompes à mouvement alternatif, dont les pistons représentent des masses aussi considérables, ne sont pas susceptibles d'oscillations rapides.

L'expérience a confirmé ce grave inconvénient des pompes à piston d'eau. L'application de l'indicateur de Watt démontre qu'au delà d'un petit nombre d'oscillations par minute les effets deviennent irréguliers et défavorables au rendement en travail utile; à Bardonnèche et à Modane, on avait dû limiter à huit le nombre des révolutions des manivelles auxquelles les bielles des pistons étaient attachées.

Pour atteler les engins de compression de ce système à des roues hydrauliques à révolutions rapides réalisant 200 ou 250 chevaux, il faudrait interposer entre ces moteurs et les pompes une multitude de puissants engrenages.

Au mont Saint-Gothard, comme dans les pays de montagnes, les moteurs hydrauliques les plus convenables à utiliser sont les turbines à révolutions rapides, combinées avec des hautes chutes. Mais il faut alors construire un tout autre système de pompes de compression à grande vitesse, et éviter le réchauffement de l'air pendant la compression, puisque ce réchauffement entraînerait une perte notable dans le travail emmagasiné et transmis sous forme d'air comprimé.

Le professeur Colladon s'était fait breveter en 1871 pour des pompes de compression d'air, d'une construction ingénieuse, qui permettent de comprimer rapidement des gaz, même à sec, en annulant les effets nuisibles du réchauffement.

Une pompe de ce système, construite en juillet 1871 par la Société Genevoise de construction pour la compagnie des chemins de fer de la Haute-Italie, avait marché sans interruption pendant une année à environ deux cents coups utiles par minute.

D'autres pompes du même système mises à l'essai en

présence de l'entrepreneur, M. Favre, l'avaient convaincu de la possibilité d'obtenir de grands volumes d'air sous des pressions de 8 ou 9 atmosphères et sans réchauffement nuisible, en employant au Gothard des pompes analogues de plus grand volume.

Les turbines de 200 chevaux de la Trèmola à Airolo devaient faire 350 révolutions par minute; l'ingénieur Conseil reconnut la possibilité d'établir des pompes de son système donnant 160 coups utiles dans le même temps et pouvant être activées par ces turbines, avec l'interposition d'un seul engrenage conique.

Pour égaliser la résistance, il les fit réunir par groupes de trois, placées parallèlement sur un même bâti horizontal, et en attelant les bielles des trois pistons à un arbre à trois manivelles, commandé par l'une des roues tangentielles.

Cinq groupes, de trois cylindres compresseurs chacun, ont été livrés par la Société Genevoise; l'un d'eux est tenu en réserve pour les réparations.

Ils sont établis, ainsi que les quatre turbines doubles, dans une même chambre, qui n'a que 35 mètres de longueur sur 8 mètres 20 de largeur.

Le volume d'air aspiré par chaque groupe actif, *par minute*, est de 35 mètres cubes. Cet air est à volonté comprimé à 7, 8 ou 9 atmosphères absolues.

Les quatre groupes marchant ensemble peuvent refouler par minute dans le tunnel 140 *mètres cubes d'air respirable*. Cet air, avant de se répandre dans la galerie, transmet un travail de quelques centaines de chevaux pour actionner les appareils de percement.

Les dispositions adoptées pour la compression de l'air à Göschenen ne diffèrent que dans quelques détails secondaires de celles d'Airolo.

Les compresseurs sont disposés horizontalement d'une manière analogue, par groupes de trois, commandés par un arbre à trois coudes, et les groupes sont au nombre de cinq, actionnés par les quatre turbines du système Girard.

Les pompes de compression d'air employées à Göschenen, construites d'après le système du professeur Colladon, ont été livrées par la maison Roy et Compagnie, de Vevey.

Dans les deux stations, l'air comprimé est recueilli dans des cylindres en tôle servant de réservoirs, et conduit de là jusqu'à la tête de la cunette par un tube métallique en fer fondu de 0^{m},20 de diamètre.

Depuis la tête de la cunette, l'air comprimé est dirigé le long des abatages et de la galerie de direction par des tubes en tôle ayant d'abord 0^{m},12, puis 0^{m},10 de diamètre. C'est sur ces conduites que l'on établit des prises d'air pour le jeu des perforatrices au moyen de tubes en caoutchouc de 0^{m},06 et 0^{m},05 de diamètre. Outre ces prises d'air, il existe en plusieurs points de la conduite des robinets d'aérage pour renouveler l'air près des chantiers de travail, à l'intérieur du souterrain.

Les pompes du système Colladon, qui fonctionnent au Gothard depuis plus de deux ans, ont démontré d'une manière irrécusable la possibilité de comprimer l'air sans piston hydraulique et avec une grande vitesse, jusqu'à des tensions de huit atmosphères et au delà, et d'anéantir en même temps dans les cylindres compresseurs, et au moment même de la compression, l'échauffement considérable que tend à produire cette réduction de volume.

Dans ce système, ce refroidissement instantané est dû à deux causes distinctes, qui concourent au même but. D'abord le cylindre, la tige du piston et le piston lui-même sont maintenus parfaitement froids par une circulation d'eau à leur intérieur. Pour cela la tige du piston est creuse ainsi que le piston lui-même, et le mouvement de va-et-vient de ces deux organes entretient dans ces cavités la circulation continue d'un filet d'eau, qui entre et sort par les extrémités de la tige prolongée à l'arrière du cylindre.

En outre, l'inventeur a eu l'idée d'employer une faible

quantité d'eau injectée à l'état pulvérulent, pour compléter le refroidissement.

Par ces deux systèmes combinés, on peut obtenir, avec des pompes qui marchent à près de cent révolutions par minute, de l'air comprimé à plusieurs atmosphères dont la température ne s'élève que de 12 à 15 degrés, en injectant dans les cylindres un volume d'eau qui est au plus la douze-centième partie de celui de l'air aspiré.

Pour obtenir à Airolo et à Göschenen un même volume d'air comprimé, avec des pompes à piston d'eau, il aurait fallu un capital double ou triple en appareils de compression, et un bâtiment six ou sept fois plus grand pour les loger.

Les moteurs et les compresseurs à piston d'eau établis à Bardonnèche pour utiliser une force de 700 à 800 chevaux occupent sept bâtiments distincts, et la surface de chacun de ces bâtiments est de 300 mètres carrés.

A Airolo, les moteurs et les compresseurs, pour utiliser une force de 1000 à 1200 chevaux, sont tous logés dans un seul bâtiment, dont la surface est de 290 mètres carrés.

Pour obtenir, avec des béliers tels qu'ils étaient établis au mont Cenis, le volume d'air comprimé que produisent à Airolo, ou à Göschenen, quatre turbines et quatre groupes de compresseurs, il aurait fallu quatre-vingts de ces appareils, exigeant une dépense de quelques millions, et un bâtiment immense pour les loger.

Quantité d'air nécessaire pour l'aération du tunnel. — Les trois causes principales qui tendent à vicier l'air dans les travaux intérieurs du Gothard sont la présence des ouvriers, la combustion des lampes et les explosions.

Les brigades d'ouvriers se relèvent successsivement à différentes heures du jour ou de la nuit; le nombre moyen de ceux qui stationnent en même temps d'un des côtés est de 400. Il faut un système d'aération qui introduise à chaque instant la quantité d'air frais que

doivent consommer ces 400 ouvriers et 400 lampes, soit par heure 5200 mètres cubes.

Il faut, de plus, renouveler, à chaque explosion, une quantité d'air estimée à 100 mètres cubes pour chaque kilogramme de dynamite consommé, et comme la consommation par jour correspond à une moyenne de douze kilogrammes et demi par heure, il faudra, pour y parer, 1250 mètres cubes, soit en totalité 6450 *mètres cubes d'air frais* par heure.

Les quatre turbines qui travaillent sans interruption à chaque extrémité du tunnel peuvent, en actionnant quatre groupes de pompes Colladon, aspirer, comprimer et refouler dans les profondeurs du souterrain 8000 *mètres cubes par heure*. Cette quantité, qui dépasse d'un tiers le volume reconnu nécessaire à l'aération, est répandue à l'intérieur par le jeu de vingt à vingt-quatre perforatrices et par des robinets d'aérage espacés sur la conduite d'air principale.

Dans le fond du tunnel, c'est-à-dire dans la galerie de direction et aux abatages, l'air vicié est refoulé à l'arrière par l'arrivée de l'air frais qui se verse en abondance aux fronts de taille, et l'aérage ne laisse rien à désirer; mais là où le tunnel élargi offre de nombreuses cavités et une grande variété dans les travaux d'élargissement ou de maçonnerie, il se produit des remous, et il devient impossible d'empêcher le mélange de l'air frais avec l'air vicié.

L'entreprise du tunnel du mont Saint-Gothard, désirant mettre ses ouvriers dans les meilleures conditions d'aérage et de salubrité à Airolo et à Göschenen, a fait établir dans chacune de ces localités, très-près des entrées, un puissant appareil d'aspiration, destiné à soutirer l'air vicié accumulé sous la voûte, au moyen d'un large tube de $1^{m},20$ de diamètre, qui sera suspendu sous l'intrados, dans toute la longueur des parties voûtées.

Le mécanisme d'aspiration se compose de deux cloches

en tôle, qui plongent dans des cuves annulaires dont le cylindre central est fermé par un diaphragme muni de soupapes. Une machine à colonne d'eau fait monter et descendre les deux cloches, qui sont liées aux extrémités d'un grand balancier. Le fond de ces cloches est muni de soupapes servant à expulser, pendant leur descente, l'air aspiré pendant leur élévation.

A chaque double oscillation du balancier, ces cloches aspirent et expulsent dans l'atmosphère 50 mètres cubes d'air et elles peuvent atteindre une aspiration de 30 000 mètres cubes par heure[1].

Ces 30 000 mètres cubes aspirés près des chantiers où les ouvriers travaillent à la voûte doivent se remplacer; ils le sont par les 8000 mètres cubes que les pompes introduisent au fond du souterrain et par un complément qui pénètre du dehors par la section entière déjà achevée du tunnel.

La quantité d'air introduite jusqu'aux chantiers en activité sera ainsi quadruple de celle qui serait suffisante, sans le mélange inévitable de l'air pur avec l'air plus ou moins vicié. Les conditions hygiéniques seront aussi favorables qu'il est possible de le désirer, et bien supérieures, en tout cas, à celles de la plupart des travaux qui s'exécutent dans les mines.

Les perforatrices. — Les travaux du mont Saint-Gothard ont donné naissance à des perforatrices nouvelles et à des améliorations importantes dans la construction et l'emploi de ces utiles appareils.

La première perforatrice rationnelle destinée à percer des trous dans la roche dure, par l'emploi de l'air comprimé, fut construite en 1855, par l'ingénieur anglais Th. Bartlett, représentant de M. Brassey, entrepreneur du chemin de fer Victor-Emmanuel.

1. Ce mode d'aspiration a été inventé en 1825 par MM. Pauwels et V. Du Bochet, pour l'extraction du gaz des cornues. Il a été adopté dans beaucoup d'usines à gaz.

Cette machine, très-remarquable, fut essayée en mars 1857, à la Coscia, en présence de la commission nommée en vue du tunnel du mont Cenis.

M. Sommeiller assistait à ces expériences, et la rapide action de cette machine le mit sur la voie d'une perforatrice nouvelle, pour laquelle il se fit breveter, et qui a été employée, exclusivement à toute autre, au percement du tunnel des Alpes Cottiennes.

Lors du traité international pour le chemin de fer du Saint-Gothard, le gouvernement italien avait mis comme condition de sa subvention le rachat par le gouvernement suisse, ou par la Compagnie exécutrice, de tout l'ancien matériel qui avait servi au percement du mont Cenis. Ce rachat a été une des charges imposées à l'entrepreneur, M. Favre, à l'époque de la signature de son traité. Il s'est vu contraint d'acheter, pour l'entreprise, une centaine de perforatrices du système Sommeiller.

Ce système n'est plus usité aujourd'hui. Des inventions nouvelles ont amené de nombreuses transformations dans la construction des appareils perforateurs, dont on distingue actuellement plus de vingt variétés.

Tous ces appareils ont des pièces essentielles analogues, et se composent généralement :

1° D'un *cylindre principal*, pour la percussion ;

2° D'un *piston percuteur*, dont la tige se prolonge et sert de *porte-outil*, parce qu'on fixe à son extrémité le *ciseau*, *burin* ou *fleuret*, destiné à percer les trous dans le rocher ;

3° D'un *tiroir*, ou *robinet distributeur*, dont le mouvement de va-et-vient introduit l'air comprimé alternativement à l'avant ou à l'arrière du piston ;

4° D'organes destinés soit à faire tourner le piston, sa tige porte-outil, et le ciseau perceur, soit à faire avancer le cylindre et ses annexes vers le front de taille, pendant les progrès de l'outil ;

5° D'un *support*, *châssis* ou *cadre* rigide, formé ordi-

nairement de deux barres, ou *longerons*, le long desquelles le cylindre et ses annexes peuvent glisser, pour se rapprocher du trou en percement. Ce cadre, ou support, destiné à être placé sur un *affût*, doit pouvoir s'incliner en différents sens, selon la direction des trous que l'on veut percer.

Le ciseau-perceur doit avoir un mouvement rapide et puissant de va-et-vient. Il doit aussi tourner autour de son axe pour ne pas s'engager, *se coïncer*, pendant le percement, et faire un trou droit et régulier. Le piston et la tige porte-outil, doivent évidemment participer aux mêmes mouvements. Enfin, le cylindre et ses principales annexes doivent avancer, soit automatiquement, soit à la main, vers le front de taille pendant le percement.

La main du mineur qui travaille avec une barre à mine réalise d'une manière admirablement simple ces trois mouvements indispensables, mais la force musculaire d'un homme devient insuffisante quand le percement doit être rapide. Il faut alors recourir à des machines et à l'air comprimé, dans le cas surtout où on veut agir dans la profondeur d'un souterrain.

Outre la réalisation des trois mouvements exposés ci-dessus, il existe d'autres éléments de comparaison, qui déterminent l'entrepreneur dans le choix d'une perforatrice, tels que : la dépense d'air comprimé pour un certain effet produit, la bonne exécution de l'appareil et le choix des métaux employés à sa construction, le capital d'achat, les frais d'entretien, la manutention plus ou moins facile pour les ouvriers mineurs, le poids de l'appareil, ses dimensions en longueur et largeur, enfin la profondeur des trous que l'on peut obtenir en une opération sans changer l'outil perceur.

L'entreprise du Saint-Gothard a essayé, soit à Genève, soit aux abords du tunnel, plusieurs modèles de perforatrices. A la suite de ces essais, elle s'est limitée l'emploi de trois ou quatre modèles, qui ont chacun

leurs avantages spéciaux. La variété de ces systèmes ne nuit en aucune manière à la rapidité d'exécution du travail, car l'entreprise exige des constructeurs que chaque perforatrice puisse s'adapter immédiatement à l'affût sur lequel on en place un certain nombre, pour les faire travailler en commun. Elle exige, de plus, que leur mode d'emploi soit assez facile et assez simple pour que tout mineur puisse les faire agir après un très-court apprentissage.

M. Favre a ainsi maintenu le champ libre pour des perfectionnements utiles, tout en évitant les difficultés qui pouvaient provenir de la variété des appareils. L'expérience démontre que ce mode de faire est préférable à celui qui avait prévalu dans les travaux du mont Cenis.

Aussitôt après la signature du contrat, l'entrepreneur s'était décidé à faire l'achat en Belgique de deux compresseurs à vapeur provisoires, qui furent placés aux extrémités nord et sud du tunnel. Il traita en même temps avec les constructeurs Dubois et François pour la livraison d'un nombre restreint de perforatrices de leur système.

Ces perforatrices ont des points de ressemblance avec celles du mont Cenis, mais elles en diffèrent par plusieurs organes essentiels.

La machine inventée par Sommeiller est composée, à l'imitation de celle de Bartlett, de deux appareils distincts : un très-petit moteur à air comprimé, avec volant à rotation continue, et une perforatrice proprement dite. C'est par l'intermédiaire de ce petit moteur que Sommeiller faisait mouvoir le tiroir distributeur et obtenait la rotation du piston percuteur et la progression du cylindre du côté du rocher[1].

L'appareil de MM. *Dubois* et *François* est plus simple que celui de Sommeiller et dépense moins d'air com-

1. Voir dans la quinzième *Année scientifique* (1870) la description détaillée (pages 104 et 109) des perforatrices Bartlett et Sommeiller.

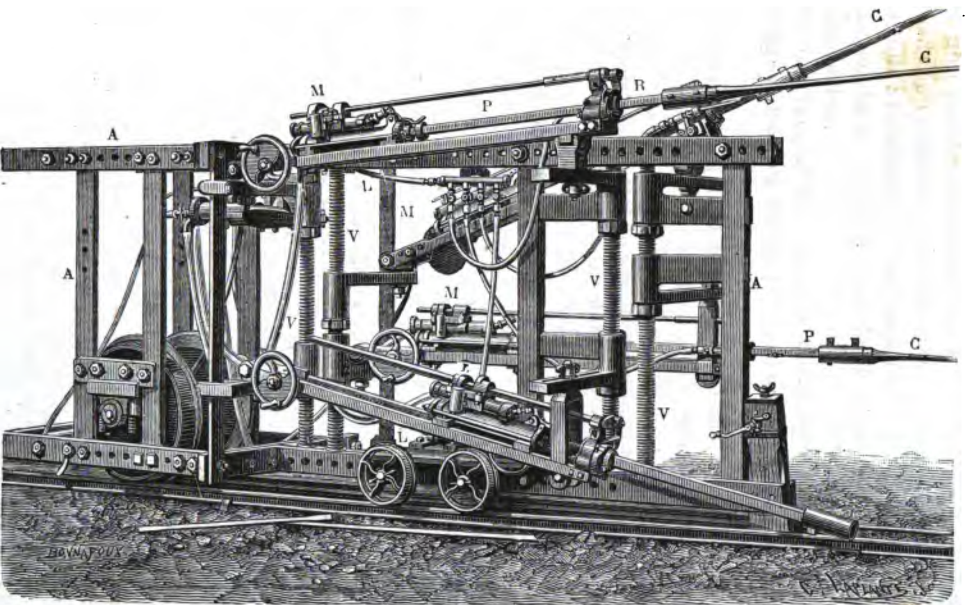


FIG. 1. — Vue de trois perforatrices sur leur affût et d'une quatrième en voie de remplacement.

primé, à égalité d'effet. Ces constructeurs ont supprimé le petit moteur à air comprimé, modifié le mouvement du tiroir et obtenu la rotation du piston percuteur par l'action alternative de l'air comprimé sur un levier qui commande la rotation d'un engrenage à rochet lié au porte-outil.

L'avancement du cylindre percuteur vers le front de taille s'opère à la main, par la rotation d'une vis parallèle au cylindre. La figure 1 représente quatre perforatrices de ce système placées sur un affût.

AA représente l'affût portant les perforatrices MM, M'; VV sont les vis de l'affût, elles servent à élever ou abaisser les perforatrices M, fixées sur les cadres ou longerons L. P est le porte-outil, auquel le ciseau C est solidement fixé par une douille et des clavettes. R est la roue à rochet destinée à transmettre au porte-outil et au ciseau un mouvement de rotation.

Peu de temps après la mise en action de ces perforatrices, les succès obtenus en Angleterre par une machine américaine, inventée par M. Mac Kean, engagèrent M. Favre à faire des essais avec cet appareil, moins volumineux et plus puissant que le précédent.

Dans cette machine, le mouvement de va-et-vient du piston percuteur suffit pour produire la rotation alternative d'un tiroir de forme cylindrique, et la rotation continue autour de son axe de ce piston et du ciseau fixé à l'extrémité de sa tige.

L'avancement du cylindre percuteur s'obtient automatiquement par une vis parallèle au cylindre, et par la rotation de cette vis au moyen d'un engrenage à rochet commandé par le va-et-vient du piston percuteur.

La rapidité de perforation de la machine Mac Kean dans les roches granitiques dépassait celle des autres systèmes essayés; le nombre des coups de burin par minute était presque double, mais les premiers appareils envoyés au Gothard exigeaient des supports spéciaux et s'adaptaient mal aux affûts adoptés par l'entreprise. A la

suite des changements exigés par M. Favre, ces difficultés ont disparu, et M. Mac Kean a reçu une forte commande destinée aux travaux d'avancement à Airolo.

Du côté de Göschenen, le chef d'atelier, M. Ferroux, qui avait dirigé un des ateliers de Modane, a imaginé une perforatrice de construction en partie nouvelle, dans laquelle il emploie, à l'exemple de Sommeiller, mais par des combinaisons différentes, un petit moteur spécial pour mouvoir le tiroir et obtenir la rotation de l'outil.

L'avancement du cylindre percuteur s'obtient par un second cylindre, placé en arrière dans le prolongement du premier, et contenant un second piston destiné à faire progresser, par l'action de l'air comprimé, l'appareil percuteur du côté du rocher. Un système d'embrayage à crémaillère et à rochet limite convenablement cette action propulsive.

En résumé, ce système donne de bons résultats, surtout pour l'avancement automatique, mais il exige plus de longueur et une augmentation de poids. La dépense d'air comprimé est aussi plus forte, par suite de celle qu'exige le petit moteur secondaire.

M. Turrettini, de Genève, directeur des ateliers de la Société Genevoise, a construit, au commencement de 1875, des perforatrices dont le jeu réalise un progrès remarquable dans l'art de la perforation mécanique.

Cette machine, moins volumineuse que les précédentes, les égale en rapidité d'action, et se présente sous une forme très-simple, la plupart des organes extérieurs ayant disparu.

Le piston percuteur est composé de deux parties, et le retour en arrière du porte-outil est déterminé par le choc du ciseau. L'inventeur évite ainsi un incident assez fréquent dans les autres appareils, où le jeu du tiroir précède quelquefois le choc et nuit à son énergie.

Un des perfectionnements principaux de cette perforatrice, c'est l'emploi de la réaction de l'air contre les

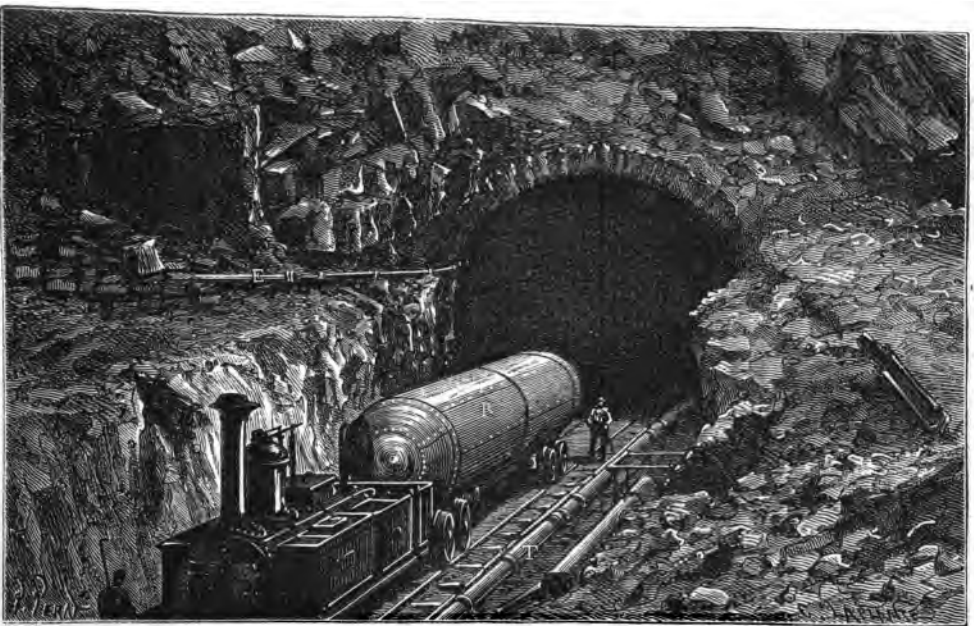


FIG. 2. — Tunnel du mont Saint-Gothard. — Locomotive à air comprimé.

fonds du cylindre pour produire, avec une grande régularité, le mouvement progressif automatique, sans augmenter le poids ou les dimensions de l'appareil.

Des machines du système Turrettini ont travaillé dans le tunnel pendant quelques mois, sur les affûts de l'entreprise, concurremment avec les trois systèmes précédents. Les bons résultats qu'on en a obtenus ont décidé l'entrepreneur à commander à l'inventeur trente appareils semblables.

L'avancement régulier automatique a une grande importance dans les travaux souterrains, dans ceux principalement où un même affût est destiné à porter plusieurs perforatrices. On évite ainsi la dépense et l'encombrement qui résulteraient de la présence d'ouvriers spéciaux, pour régler à la main l'avancement progressif du cylindre percuteur.

Locomotives à air comprimé. — Les travaux de transport des matériaux et déblais occupent, à chaque extrémité du tunnel, deux locomotives à air comprimé; l'une, ancienne, est formée d'une locomotive de douze chevaux de forme ordinaire, alimentée d'air comprimé par un réservoir R (fig. 2) qui l'accompagne comme un tender. Le tube T est celui de l'air comprimé et le tube E, couché le long de la voie, sert à conduire l'eau d'injection dans le tunnel.

Ce réservoir cylindrique, du volume de seize mètres cubes, est porté sur deux trucs, et s'alimente sur la grande conduite d'air comprimé.

Une autre locomotive, d'un emploi récent, a été fabriquée au Creuzot. Elle n'a pas de tender et se compose d'un réservoir de sept mètres cubes pouvant résister à quatorze atmosphères. A ce réservoir sont fixés deux cylindres moteurs, qui marchent à une pression moyenne de cinq atmosphères. La distribution d'air comprimé est réglée par un appareil automatique, inventé par M. Ribourt, ancien élève de l'École centrale. Ce mécanisme atteint parfaitement son but.

Pour l'alimentation d'air comprimé de ces dernières locomotives, la Société Genevoise a construit huit compresseurs spéciaux, du système Colladon, fournissant l'air sous la pression de quatorze atmosphères. Ces compresseurs sont également répartis entre Göschenen et Airolo.

Résumé. — Tels sont, en abrégé, les nombreux travaux exécutés au mont Saint-Gothard depuis trois années.

L'habile entrepreneur a rencontré des difficultés nombreuses, provenant en partie du climat et des localités. Du côté d'Airolo, ces difficultés ont dépassé de beaucoup celles que l'on avait rencontrées au tunnel du mont Cenis, soit pour la canalisation des torrents, soit par de véritables cataractes dans l'intérieur du souterrain, puisque le volume des infiltrations s'est élevé à deux cent trente litres par seconde, plus de *huit cent mille litres par heure*, dans une galerie d'avancement qui n'avait qu'un millième de pente et six mètres carrés de section. Cette galerie a été transformée pendant près de deux années en un canal où il fallait travailler avec de l'eau arrivant presque à mi-jambe.

Malgré tous ces obstacles, les progrès réalisés ont surpassé l'attente, et il est permis d'espérer qu'en 1880, ou 1881 au plus tard, ce vaste travail sera complétement achevé.

5

La ventilation dans le tunnel du mont Cenis.

Au début des travaux du tunnel du mont Cenis, on se préoccupa des conséquences qui pouvaient résulter, relativement à la respiration des voyageurs, de l'accumulation des gaz délétères dans un parcours aussi long. Mais les moyens de ventilation connus alors étaient plus ou moins insuffisants, et la question était demeurée en suspens.

Il avait fallu cependant réaliser l'introduction forcée de l'air dans le tunnel avant d'entreprendre le percement. L'expérience démontra que, grâce à l'air comprimé, le problème était résolu dans une certaine mesure, pendant l'exécution des travaux. Mais au moment de l'ouverture de la ligne il fallut obvier aux inconvénients inséparables du passage des trains remorqués par les locomotives, qui répandent de la vapeur d'eau et des gaz non respirables, mêlés d'une fumée plus ou moins épaisse et abondante, dans une galerie longue de plus de 12 kilomètres, qui n'est munie d'aucun puits d'aérage, ni de cheminée d'appel d'aucune sorte.

En l'état actuel, le renouvellement de l'air de la galerie est favorisé d'abord par la différence de température qui occasionne nécessairement un tirage. Tous les voyageurs qui ont traversé le tunnel du mont Cenis l'ont éprouvée. En toute saison, l'air qui vient du Nord ou du côté de Modane est moins chaud que celui dont on reçoit l'impression dès qu'on a devant soi l'Italie.

Une seconde circonstance qui favorise l'aération, c'est le passage des trains, qui poussent devant eux la colonne d'air.

Mais il existe un élément puissant de viciation que ni la différence des températures ni le mouvement des trains ne sauraient éliminer : ce sont les produits de la combustion, fournis par la locomotive pendant une durée de près de trois quarts d'heure que peut exiger la traversée du tunnel. Ces produits viennent nécessairement se mêler à l'atmosphère, et à la longue leur accumulation doit constituer un élément d'insalubrité dont il est indispensable de purger la galerie. Dans les tunnels d'une certaine étendue, comme dans celui de la Nerthe, au sortir de Marseille, qui n'a pas moins de six kilomètres de long, il existe, de distance en distance, des puits d'aérage. Ce sont les mêmes puits qui ont servi primitivement à la construction de la galerie. Pour se convaincre de l'utilité de ces puits, il suffit de voir l'effet qui se produit à l'entrée

et à la sortie de chaque train. Pendant plusieurs minutes, la fumée sort des deux orifices avec abondance, et la quantité qui se répand ainsi dans l'air libre est, sans aucun doute, équivalente à celle qu'a lancée la locomotive, dans le trajet qui s'étend du puits le plus prochain à l'extrémité de la galerie, soit de l'un, soit de l'autre côté. Sans ces puits, que seraient devenus les produits de la combustion, rejetés par la cheminée de la locomotive?

Pour assurer une exacte ventilation du tunnel du mont Cenis, on pourrait donner une issue convenable aux produits de la combustion mêlés à l'air de la galerie, ou expulser ces produits en dehors de l'atmosphère du tunnel.

On obtiendrait avec certitude l'expulsion de l'air vicié en pratiquant des cheminées de distance en distance, comme au tunnel de la Nerthe. Mais les moyens mécaniques permettent-ils d'exécuter ce projet? Cela n'est pas probable, puisqu'il s'agirait de percer des puits de 7 kilomètres de hauteur!

Le second procédé nous paraît mériter quelque confiance, d'après ce qu'il nous reste à dire.

On a réalisé à Londres sur le Chemin de fer métropolitain une amélioration qui est d'un véritable intérêt public. Cette amélioration, dont l'idée est due au contremaître Tomlinson, consiste dans une disposition ingénieuse et efficace pour perfectionner la ventilation dans les tunnels.

Depuis longtemps on avait reconnu que la ventilation était insuffisante sur le trajet de King-Cross à Gower-street, sur une longueur de 13 kilomètres, et l'on avait essayé maintes fois et à grands frais, mais sans y réussir, de remédier à cet état de choses. Il faut savoir que sur cette ligne les trains se croisent toute la journée, à intervalles très-rapprochés, et qu'il existe en ce point une circulation incessante. Le renouvellement de l'air se fait par des orifices de 8 décimètres de haut sur 5 décimètres de large, pratiqués dans l'épaisseur des voûtes et

qui établissent la communication avec la rue; il dépend donc essentiellement de la marche des trains. Mais il arrive que l'air, refoulé par un train, au lieu de continuer à se mouvoir avec ce train, se précipite dans le vide relatif qui se produit à l'arrière du train : il n'entre donc que fort peu d'air frais dans le tunnel, et le remous a toujours lieu à peu près dans la même atmosphère.

Pour obvier à cet inconvénient, M. Tomlinson a divisé chaque puits de ventilation par un léger cloisonnage en planches, qui laisse tout juste le passage nécessaire pour les voitures. Quand un train vient à l'encontre d'une de ces cloisons, l'air chaud qui se trouve à la partie supérieure de la voûte est poussé contre les planches; il s'élève entre elles et le train approchant, puis s'échappe au dehors par les orifices de ventilation. Dès que le train a dépassé cette espèce de trappe, il se forme, entre celle-ci et le dernier wagon, un espace dans lequel l'air est raréfié et où l'air du dehors se précipite nécessairement par le deuxième compartiment du puits.

Par suite de cette disposition, qui a été adoptée depuis peu, le tunnel est beaucoup mieux ventilé qu'on n'aurait pu s'y attendre.

Rien n'empêcherait d'essayer un système analogue pour le renouvellement de l'air comprimé qui sert à la ventilation du tunnel du mont Cenis. On résoudrait ainsi très-simplement un problème qui a paru jusqu'à ce jour singulièrement difficile.

15

Un canal à l'intérieur de l'Afrique.

Il est question en ce moment, en Angleterre, d'un projet gigantesque, patronné par le capitaine John H. Glover, R. N. Fowler et plusieurs autres personnages in-

fluents. S'il est exécuté, il aura une grande importance pour la civilisation de l'Afrique.

Il s'agit de creuser un canal de 740 milles, de l'embouchure de la Belta, dans le voisinage des caps Juby et Bojador, vis-à-vis des îles Canaries, jusqu'au coude septentrional que fait le Niger à Tombouctou.

Une telle voie ouvrirait le continent africain au commerce du monde entier.

On croit qu'aucun obstacle sérieux ne s'opposera à la construction du canal; la conformation du grand désert de Sahara favoriserait, au contraire, l'exécution du projet. A 630 milles de distance, on a constaté une vaste dépression de terrain, dont le fond est à environ 250 pieds au-dessous du niveau de l'Atlantique. Cette immense cavité devait être autrefois remplie par les eaux de la mer. Elle est séparée de la mer par une bande de terrain de 30 milles de largeur, dont 25 sont traversés par la rivière de la Belta, de sorte qu'il suffirait de creuser le lit de la rivière pour la canaliser, de couper la bande de terre et de laisser les eaux de l'Atlantique se précipiter dans cet immense bassin desséché.

On formerait de cette façon une large nappe d'eau, le climat serait bientôt plus tempéré; le pays, fertilisé, deviendrait propre à la culture, et se couvrirait de pâturages; en même temps le commerce pénétrerait jusqu'au cœur de l'Afrique.

C'est là un fort beau projet, qui ne peut être comparé qu'au percement de l'isthme de Suez. Mais il reste encore beaucoup à faire avant qu'on puisse affirmer la possibilité de le réaliser. L'auteur du projet, M. Donald Mackensie, propose d'organiser une expédition pour établir tout d'abord une station à l'embouchure de la Belta, puis, de là, faire des excursions dans le pays, afin d'établir la configuration et la nature du terrain. Si l'on parvient à prouver que la chose est possible, sans nul doute l'Europe se montrera disposée à tenter l'entreprise.

16

Le percement de l'isthme de Panama.

On s'occupe sérieusement aux États-Unis du percement de l'isthme de Panama. Le département de la marine vient de décider que de nouvelles explorations seraient faites dans cet isthme, en vue d'établir le tracé d'un canal maritime entre les deux océans Atlantique et Pacifique. Déjà le commandant Sedfrige, à la suite d'assez longues recherches, a proposé, pour le canal interocéanique, un tracé qui suit les vallées de l'Atrato et du Napipi. Bien que ce projet doive entraîner de grands frais, par la nécessité de très-coûteuses écluses, et qu'au fond il semble peu pratique, on n'a pas abandonné les études dont il est l'objet.

Le lieutenant Collins, qui accompagnait le commandant Sedfrige dans ses deux expéditions, a été chargé d'explorer de nouveau le cours inférieur du Napipi, afin de choisir l'emplacement des écluses, de mesurer l'étendue du barrage qui devrait soulever les eaux de la rivière à proximité de sa jonction avec le Deguardo, et de fixer également le tracé du tunnel qui conduirait le futur canal à travers les hauteurs voisines du Pacifique.

Les explorations dureront quatre mois. Le lieutenant Collins et les officiers qui l'accompagnent se rendront par un steamer de la Pacific-Mall à Aspinwall, où ils rejoindront la canonnière des États-Unis qui doit les transporter à l'embouchure du Rio-Atrato. Les explorateurs remonteront ce fleuve dans un canot à vapeur.

17

Le canal d'irrigation du Rhône.

Le projet du *Canal d'irrigation du Rhône*, conçu et étudié depuis 1871 par M. Aristide Dumont, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à qui l'on doit beaucoup de travaux d'une grande valeur, a quelques chances d'être mis à exécution. On recueille en ce moment les adhésions et souscriptions des propriétaires, en vue de son étude.

Voici, sur ce projet, des renseignements exacts, car ils sont empruntés à un travail publié par M. Aristide Dumont, l'auteur du projet :

« Le canal dérivé du Rhône est destiné, dit M. Aristide Dumont, à arroser une partie de la vallée de ce fleuve et à combattre, par la submersion, les ravages du phylloxera dans les départements de la Drôme, de Vaucluse, du Gard et de l'Hérault.

« Ce canal servirait, en outre, à des distributions d'eau à l'état continu dans les villes, bourgs et villages traversés, et à la production de forces hydrauliques.

« L'étude de cet important projet a été commencée en 1871, sur l'ordre de M. le baron de Larcy, ministre des travaux publics, et le Conseil général des ponts et chaussées, dans sa séance du 5 janvier 1874, a émis l'avis qu'il doit être pris en considération et soumis aux enquêtes d'utilité publique.

« Le canal d'irrigation du Rhône prendra son origine un peu au-dessus des Roches-de-Condrieu, sur la rive du fleuve, à la cote 141^{m},38 (plafond du canal) au-dessus du niveau de la mer, et il se terminera dans la banlieue de Narbonne, à la cote 31^{m},68 au-dessus du même niveau.

« Son développement total entre ces deux points sera de 450 kilomètres, et la pente totale de 109^{m},70, soit 0^{m},24 en moyenne par kilomètre.

« De Condrieu à Mornas, sur un développement de 194 kilomètres, le canal arrosera le flanc gauche de la vallée du

Rhône et passera par ou près des villes de Saint-Vallier, Tain' Valence, Montélimar, Saint-Paul-Trois-Châteaux, Orange.

« A Mornas, le canal franchira la vallée du Rhône, à l'aide d'un pont-siphon, et débouchera sur la rive droite du fleuve à la cote 94^m,25.

« Après le pont-siphon de Mornas, qui a été étudié contradictoirement avec MM. les ingénieurs du Creuzot, et qui, malgré ses grandes dimensions, ne présente aucune difficulté sérieuse, soit comme exécution, soit comme dépense, le canal passera par ou près les villes de Bagnols-sur-Cèze, Uzès, Nîmes, Sommières, au-dessus de Lunel, de Castries, et arrivera à Montpellier.

« Le volume dérivé du Rhône, à la hauteur de Condrieu, sera au maximum de 60 mètres cubes par seconde; cette prise d'eau ne fonctionnera d'ailleurs qu'à partir de 0^m,50 au-dessus de l'étiage du fleuve.

« Les travaux de perfectionnement du Rhône dans son lit assurant à l'étiage un tirant d'eau minimum de 1^m,60, il résulte que la profondeur garantie à la navigation sera de 2^m,10.

« En consultant les tableaux d'observations faites au pont Morand, à Lyon, et comprenant une période de trente années, de 1826 à 1835, divisée elle-même en trois périodes décennales, on constate les faits suivants relatifs aux diverses hauteurs du Rhône :

« De 1826 à 1835, le fleuve n'est descendu, en *moyenne annuelle*, à l'extrême étiage, que pendant un jour; il ne s'est trouvé entre 0 mètre et 0^m,50 que pendant vingt-neuf jours.

« De 1836 à 1845, l'extrême étiage n'a eu lieu que pendant un jour; la hauteur de 0 mètre à 0^m,50 que pendant vingt et un jours et demi.

De 1846-1855, l'extrême étiage n'a eu lieu que pendant deux jours; la hauteur de 0 mètre à 0^m,50 que pendant quarante-huit jours.

« Il résulte de ces observations que l'extrême étiage ne peut avoir aucune importance au point de vue du canal du Rhône, puisqu'il ne se réalise que pendant *un* ou *deux* jours par an;

« Que les hauteurs du fleuve comprises entre 0 mètre et 0^m,50 n'ont également aucune importance pour cette alimentation, puisqu'elles ne durent au plus qu'un mois et demi, *et toujours pendant l'hiver.*

« Pendant tout le reste de l'année, les hauteurs du fleuve sont supérieures à 0^m,50, et il résulte des tableaux d'observations ci-dessus relatées que la hauteur moyenne du fleuve

pendant une année entière est de 1m,22 au-dessus de l'étiage.

« Lorsque la hauteur du Rhône atteint 0m,50 au-dessus de l'étiage, son débit est de près de 400 mètres cubes par seconde, à la prise d'eau; il est donc assez considérable pour qu'un prélèvement de 60 mètres cubes par seconde n'ait aucune influence sensible sur la navigation du fleuve.

« Il a été reconnu déjà par le Conseil général des ponts et chaussées en 1860, et sur le rapport spécial de M. Kleitz, ingénieur en chef du service de la navigation du Rhône, qu'un prélèvement de 60 mètres cubes ne peut nuire en rien à la navigation du fleuve dans son état habituel, à partir d'une hauteur de 0m,40 au-dessus de l'étiage.

« Le volume dérivé de 60 mètres cubes serait employé de la manière suivante :

« De la prise d'eau à Montpellier :

« 33 mètres cubes par seconde pour l'irrigation des terres en été, et la submersion des vignes en automne et en hiver; — 7 mètres cubes pour distribution d'eau à volume continu dans toutes les banlieues des villes, bourgs et villages traversés; — 5 mètres cubes de réserve pour pertes de toute nature dans le trajet du canal principal ou des rigoles.

« De Montpellier à Béziers et à Narbonne :

« 10 mètres cubes par seconde pour l'irrigation des terres en été, et la submersion des vignes en automne et en hiver; — 3 mètres cubes pour distribution d'eau à volume continu dans les banlieues des villes, bourgs et villages traversés; — 2 mètres cubes pour pertes de toute nature.

« Total égal : 60 mètres cubes.

« Sur les deux flancs de la vallée du Rhône et sur le littoral de la Méditerranée, le canal, par sa branche principale et la rigole de Béziers et leurs dérivations, dominera une surface de 220 000 hectares, sur lesquels on compte au moins 80 000 *hectares de vignes en plaine susceptibles de submersion, et que par conséquent on pourra soustraire au phylloxera.*

« Les volumes concédés sont plus que suffisants, soit pour assurer des irrigations intelligentes aux terres de natures diverses, soit pour assurer aux vignes une submersion automnale ou hivernale capable de les préserver du phylloxera d'une manière complète.

« M. de Gasparin, qui a le mieux étudié et pratiqué les irrigations de la vallée du Rhône, a fixé à 10 000 mètres cubes par année le volume d'eau nécessaire à l'irrigation de l'hectare.

« M. Faucon, qui a pratiqué dans ces dernières années, avec un succès complet, la submersion des vignes pour les protéger ou les guérir du phylloxera, n'estime qu'à 6000 mètres cubes au plus le volume d'eau nécessaire à la submersion d'un hectare.

« Le volume affecté tant à l'irrigation qu'à la submersion des vignes étant, sur le canal principal et la rigole de Béziers, de 43 mètres cubes par seconde, il en résulte que pendant les six mois de la période d'irrigation, du 15 avril au 15 octobre, le canal pourra fournir un volume total de 668 736 mètres cubes, abstraction faite des pertes sur le canal principal.

« En se basant sur le coefficient de M. de Gasparin, de 10 000 mètres cubes d'eau pour l'irrigation d'un hectare, ce volume pourrait donc suffire à l'irrigation d'une surface de 66 873 hectares; mais, pour tenir compte des pertes dans les rigoles secondaires et tertiaires de distribution, nous réduirons cette surface d'un cinquième : elle serait donc de 53 480 hectares.

« Dans la période hivernale, du 15 octobre au 15 avril, le canal, en tenant compte d'un mois de chômage qu'on fera coïncider avec les basses eaux du fleuve, débitera un volume total de 557 280 000 mètres cubes qui, avec le coefficient de M. Faucon, pourrait suffire à la submersion de 92 880 hectares de vignes, que nous réduirons également d'un cinquième, soit à 74 300 hectares, pour tenir compte des pertes dans les rigoles secondaires et tertiaires de distribution.

« Les centres de population, villes, bourgs, villages, auxquels le canal pourra fournir des eaux courantes à l'état continu, sont au nombre de 169, et comprennent une population de 473 165 habitants, dont 47 439 dans le département de la Drôme, 33 351 dans celui de Vaucluse, 164 204 dans celui du Gard, et 278 171 dans celui de l'Hérault.

« Les études faites autorisent à penser que le canal principal, avec ses dérivations secondaires, peut se réaliser à l'aide d'une dépense de 102 millions.

« Les avis formulés par les commissions d'enquête établissent suffisamment l'immense intérêt public qui s'attache à la prompte exécution de cette grande entreprise.

« *Tant que l'agriculture méridionale a eu pour ressources les cultures industrielles, la soie, la vigne, la garance, elle a pu se passer d'irrigation;* mais, aujourd'hui que ces diverses cultures sont profondément atteintes, il est indispensable d'y recourir comme au seul moyen de compenser de si grandes pertes et

de donner à cette agriculture la stabilité qui lui manquera toujours sans elle. *Labourage et pâturage sont les mamelles de l'État*, a dit Sully, et les faits donnent pleinement raison à cette maxime du grand ministre de Henri IV.

« La submersion est le seul remède pratique et efficace contre le phylloxera; le canal d'irrigation du Rhône permettra de l'appliquer sur de vastes surfaces en plaine, et de reconstituer ainsi de riches vignobles disparus, ou encore et mieux peut-être, de les remplacer par des luzernes ou des prairies arrosées, *qui rapporteront presque autant que les vignes, sans être exposées aux mêmes fléaux.* »

18

Les chemins de fer de montagnes; les machines à crémaillère sur la ligne du Rigi au lac de Zug.

L'attention continue de se porter sur les dispositions nouvelles que l'on donne au matériel des chemins de fer destinés à franchir les montagnes. Sous ce rapport, la ligne que l'on est en train d'établir en Suisse, près du Rigi, ou, plus exactement, de Rigi-Kulm au lac de Zug, est extrêmement intéressante. On y voit restauré l'antique système de chemin de fer à crémaillère, qui fut essayé à l'origine des voies ferrées. La longueur totale de cette ligne est de 11 kilomètres. Elle mène, par un chemin de plaine de 1500 mètres, à pentes maxima de 25 millimètres, et par des machines ordinaires, à la station de Ober-Arth.

C'est de ce dernier point que partira le chemin dit à *crémaillère*. L'inclinaison maxima est de 20 0/0, et se maintient sur une longueur de 2,500 mètres, avec une pente moyenne qui diffère peu de ce chiffre. Le rayon de courbure de la voie pour toutes les lignes à crémaillère est de 180 mètres.

Les locomotives qui fonctionneront sur cette ligne se font remarquer par deux particularités importantes. Elles sont composées de tubes à fumée horizontaux assez

courts, et les chaudières sont horizontales, avec une inclinaison de 10 0/0, de manière à pencher en avant sur niveau et en arrière sur la rampe. La locomotive est toujours orientée de même. Les roues de la locomotive, au lieu de glisser sur les rails, engrènent avec une crémaillère qui dentèle ce rail.

Pour descendre, le moteur n'est plus la locomotive à eau bouillante, mais une locomotive à air comprimé.

M. Mallet, ingénieur des chemins de fer français, qui vient d'étudier ce nouveau système, assure qu'il produit une augmentation dans la vitesse de translation.

M. Mallet a été témoin des essais faits avec deux machines de la ligne d'Arth, qui sont les deux premières sorties des ateliers de la Société internationale établie à Aarau pour la construction des locomotives et du matériel de chemin de fer de montagnes. L'acier y est utilisé sur une grande échelle; la chaudière (excepté le foyer). les tubes, les essieux, les longerons, les engrenages, les roues et le mécanisme sont en acier. L'exécution des dentures d'engrenage est très-soignée. On a pu réduire au minimum les dimensions de ces diverses pièces.

Dans les essais qui ont été faits, on se proposait surtout de constater la vitesse de translation des machines. On a conclu de ces expériences que la vitesse moyenne a été de 11600 mètres à l'heure, et la vitesse minima de 10060 mètres; la vitesse maxima a atteint 12800.

Ces machines traînent une voiture à cinquante-quatre places, type du Rigi, ayant un poids de sept tonnes et demie en charge. Le trajet entier du Rigi-Kulm au lac de Zug ne demandera qu'une heure. Il aurait fallu un temps beaucoup plus long avec les machines ordinaires employées à remonter les pentes.

Les locomotives à crémaillère serviront également à l'exploitation de la ligne de Rorsbach à Heider. Sur cette ligne, les pentes ne dépassant pas 9 pour 100, le chemin à crémaillère remorquera trois ou quatre voitures de voyageurs, représentant 22 à 30 tonnes de poids brut.

19

Le chemin de fer de Naples au Vésuve.

On parlait depuis quelque temps de relier par un chemin de fer la ville de Naples au sommet du Vésuve. Ce projet est à la veille de se réaliser. Au lieu de voyager péniblement à cheval, à travers les laves et les scories qui hérissent les environs du Vésuve, les touristes n'auront bientôt plus qu'à monter en wagon. Mais comment atteindre en chemin de fer le sommet du Vésuve, haut de plus de 1000 mètres? Quel système de traction sera employé? Voilà ce qui est intéressant à savoir.

Partant de Naples, la voie aboutira au pied du Vésuve, après un parcours de 26 kilomètres. Elle desservira sur son trajet les populations qui approvisionnent les marchés de Naples, et qui se composent de près de 100 000 âmes. On ira jusqu'au pied de la montagne, par la voie ferrée, avec la locomotive ordinaire. La locomotive s'arrêtera à l'Atrio del Cavallo, où seront les machines de traction, ainsi que les bâtiments nécessaires au matériel. Le système de traction par câbles en fils de fer servira à hisser le convoi sur les flancs du Vésuve. La voie s'élèvera, sur une longueur de 1100 mètres, jusqu'à la crête de la montagne, et débouchera à quelques pas du cratère. Les câbles de fils de fer remorquant les wagons seront enroulés autour d'un treuil par des machines à vapeur fixes.

Le débarcadère sera construit sur une longueur de 20 mètres, mais entièrement enfoncé sous la lave. Dans les éruptions du volcan, le courant de lave passera par-dessus le chemin de fer.

M. Palmieri, directeur de l'observatoire du Vésuve, a fait remarquer que, dans les dernières éruptions, la lave s'est toujours rapprochée de plus en plus des bâtiments

de l'Observatoire. D'après cela, on a choisi le versant opposé de la montagne pour y établir la ligne ferrée.

Il est bien probable que les éruptions du volcan mettront plus d'une fois en déroute la voie ferrée et ce débarcadère qui va si audacieusement se percher à côté d'un cratère qui s'enflamme tous les quatre ou cinq ans. Les ingénieurs qui vont construire ce chemin de fer et établir ce matériel de traction se disent sans doute qu'ils seront toujours là pour réparer les dommages et remettre, après chaque éruption, les choses à leur place.

20

Le nouvel Opéra au point de vue de la construction.

M. Baude a communiqué à la Société d'encouragement, sur la construction du nouvel Opéra, quelques renseignements que nous croyons devoir résumer.

On sait que l'Opéra fut d'abord placé au Palais-Royal; c'était en 1733. Dix ans après, en 1743, la salle était incendiée. On l'installa provisoirement dans la salle du palais des Tuileries. En 1770, une salle spéciale construite par Moreau fut inaugurée; elle fut détruite, dix ans après, par un incendie. Une nouvelle salle provisoire fut construite près de la Porte Saint-Martin. Quelques années après, l'Opéra s'installait dans un édifice spécial construit rue de Richelieu, en face de la Bibliothèque royale. Cette salle fut démolie en 1820, après l'assassinat du duc de Berry. C'est de là que l'Opéra fut transporté rue Le Peletier, pour y rester jusqu'à l'incendie qui le détruisit complétement en 1874.

Tant de catastrophes, dues à la même cause, avaient attiré l'attention sur la nécessité de construire pour l'Opéra un édifice isolé, permettant de prendre toutes les précautions désirables contre le danger des incendies.

Le concours qui fut ouvert dans ce but donna le premier rang au projet de M. Charles Garnier, qui fut adopté.

En 1862, la dépense pour la construction de l'édifice était évaluée à 31 millions; elle s'est singulièrement accrue depuis, car le rapport du 10 février 1874, fait à l'Assemblée nationale, pour l'achèvement en dix mois des parties essentielles de l'édifice, a porté la somme destinée à cette construction à 46 millions. La dépense totale dépassera peut-être 50 millions.

La superficie du terrain occupé par le nouvel Opéra est de 11 237 mètres carrés, ou 1 hectare 1/8. Le théâtre de l'Odéon ne recouvre que 1 900 mètres carrés : son étendue est donc six fois moindre.

Les dessous de la scène peuvent recevoir, outre la machinerie, des décors de 14 à 15 mètres de hauteur. Ils peuvent contenir les décorations de plusieurs opéras, et ont une profondeur et une ampleur considérables. En contre-bas est une cave spéciale nommée la *Cuve*, qui sert à assécher ces dessous, lesquels ne doivent recéler aucune trace d'humidité. Aussi les fouilles ont-elles été descendues jusqu'à onze mètres en contre-bas du pavé de la rue : elles sont à un niveau de 2 mètres 25 centimètres plus bas que le zéro du pont de la Tournelle. La hauteur de la construction entière atteint 70 mètres au-dessus de ces fouilles de fondation.

En 1861, les déblais furent entrepris sur toute la surface, avec une profondeur de 5 mètres et demi, dans la plus grande partie du monument, et de 11 mètres sous la scène, qui a une étendue de 2 300 mètres carrés. On arriva bientôt à la nappe d'eau qui, descendant des hauteurs de Belleville et de Ménilmontant, forme une grande rivière souterraine. Cette nappe liquide envahissait toutes les couches perméables, et s'écoulait vers la Seine. Les fondations étanches ne purent être établies dans ce milieu qu'en environnant la fouille d'un batardeau en béton de 3^{m},50 de largeur, coulé entre deux piles de

pieux longs de $6^m,50$ et enfoncés de manière à placer leur tête à 50 centimètres au-dessus du plan d'eau. La pile intérieure a été détruite plus tard, et remplacée par les revêtements du dessous de la scène. Bien des difficultés durent être surmontées pendant cette période des travaux. Huit pompes épuisaient l'eau dans le batardeau et permirent de poser le béton à sec.

Cet épuisement énergique produisit à l'entour de véritables effondrements, auxquels il fallut remédier. Le béton posé sur toute la surface a une épaisseur de 2 mètres. Un lit de ciment a recouvert la couche de fondation sur 5 centimètres d'épaisseur ; une nouvelle couche de béton y a été étendue. La surface ainsi obtenue est parfaitement étanche. Les murs de galerie et les gros murs de la scène furent élevés sur cette surface. Ce mode de fondation a très-bien réussi ; la *cuve*, bien asséchée, préserve de l'humidité les dessous, qui contiennent les toiles du répertoire de la semaine et une portion importante de la machinerie.

M. Violet, entrepreneur, a exécuté les travaux de maçonnerie. Il fallait des matériaux de première qualité, pouvant résister à la charge de 20 kilogrammes et de 60 kilogrammes par centimètre carré que supportent quelques parties du monument. De nombreuses carrières ont dû être ouvertes à cet effet. Celle d'Euville, dans la Meuse, puis dix-neuf carrières en Bourgogne, enfin la carrière de Belvoie, près Saint-Ilie, ont fourni les matériaux. Dans cette dernière carrière, des scieries, des polissoirs, des raboteuses, ont marché au moyen de moteurs à eau et à vapeur. La pierre, rigoureusement taillée sur les dessins des architectes, était expédiée par les chemins de fer, et parvenait à Paris, toute prête à être posée, venant de très-grandes distances. 95 000 mètres cubes de pierre de taille ont été employés pour la construction de l'Opéra. Le compte des travaux de maçonnerie atteint près de 16 millions.

On a ainsi une idée de l'importance de cette grandiose

construction, qui domine toute la capitale et qui forme un point tellement élevé que pendant le siége de Paris il a rendu de grands services comme lieu d'observation et d'exploration de tout le périmètre des environs de la ville.

HISTOIRE NATURELLE

1

Le tremblement de terre de Guadalajara (Mexique).

Le 11 mars 1875, vers huit heures et demie du soir, les habitants de la ville de Guadalajara, au Mexique, ressentirent une violente secousse, accompagnée d'un étrange bruit souterrain. Le phénomène avait été tellement fort qu'il semblait que la terre allait se dérober sous les pieds, et par instants on s'attendait à l'écroulement de tous les toits.

Quatre minutes après, la secousse se répéta avec la même violence et des bruits intérieurs plus éclatants. Alors la stupeur et l'alarme ne connurent plus de bornes. Les places publiques et tous les lieux que l'on jugeait hors de la portée des décombres des maisons, dont la chute paraissait inévitable, furent envahis par la multitude, prise d'une terreur panique.

Quelques instants avant le tremblement, le ciel se couvrit et devint sombre, l'atmosphère était chaude et suffocante. Tout cela contribua à effrayer encore davantage l'imagination affolée des habitants. Les secousses s'achevèrent par un mouvement d'oscillation.

Ce tremblement est un des plus forts qu'on ait ressentis dans la contrée. Il y a eu de grands malheurs à déplorer. Le chiffre exact des morts et des blessés est considérable. Tous les édifices ont plus ou moins souffert,

Une tour de la cathédrale a été ébranlée, et la voûte d'une église s'est écroulée.

Les habitants veillèrent et restèrent dehors toute la nuit.

Le lendemain, le télégraphe put fonctionner; il annonça que les localités du côté de l'orient jusqu'à Léon, au nord jusqu'à Chalchihuite, au sud jusqu'à Zacoalco, et toutes celles à l'occident, avaient ressenti le tremblement de terre avec autant ou plus d'intensité, principalement celles situées près du volcan de Ceboruco, dont l'activité redoublait.

Dans la ville de San-Cristobal, l'événement a été encore plus grave : presque toutes les maisons ont été détruites, ensevelissant sous leurs décombres un grand nombre de personnes. On a retiré, au milieu des blessés et des estropiés, soixante-dix cadavres et plus. Le curé de l'endroit était au nombre des victimes.

On peut dire que San-Cristobal a disparu et qu'il n'en reste plus que des ruines. Les familles qui ont échappé ont pendant plusieurs jours vécu dans les champs, campant sous les arbres.

A Ahuacatlan, autre ville située également non loin du Ceboruco, on vit, quelques instants avant le tremblement de terre, le volcan se couvrir de nuages rougeâtres, et on entendit des bruits souterrains continus. Les habitants étaient dans l'épouvante et croyaient leur dernière heure venue. A dix heures du soir, il y eut une pluie de sable, qui dura environ cinq minutes, ensuite une pluie de cendre, qui dura près d'un quart d'heure. Le lendemain 12, à huit heures du matin, on vit le volcan lancer du feu avec un redoublement d'activité.

2

Observations géologiques faites à l'île Saint-Paul et à l'île d'Amsterdam, par M. Ch. Vélain.

On a vu dans le premier chapitre de cet Annuaire que la mission scientifique envoyée à l'île Saint-Paul a réussi à observer le dernier passage de Vénus sur le Soleil, malgré les intempéries de la saison. Le personnel de cette expédition s'était préparé à recueillir toutes les données scientifiques qui pouvaient le dédommager de ses peines. C'est le résultat de ces observations que M. Vélain a consigné dans une notice qu'il a lue à l'Académie des sciences.

L'île Saint-Paul est tout entière de formation volcanique. C'est un vaste cratère, large de douze à treize cents mètres, qui fut rempli autrefois de lave incandescente. Une large brèche dans sa paroi a permis à la mer d'y pénétrer et d'y former un véritable lac.

L'histoire de ce volcan comprend trois périodes bien distinctes. Les produits éruptifs de la première période sont acides et vitreux, composés de tufs ponceux, de ponces et d'obsidiennes, dont les éruptions sous-marines ont été accompagnées et suivies d'émission de roches trachytiques. Dans la deuxième période, l'île prend la forme qu'elle a aujourdhui, et les produits, *dolérites*, *basaltes* et *laves*, sont cristallisés et basiques. Le pyroxène, l'olivine et le feldspath y sont en cristaux plus ou moins apparents au milieu d'une pâte compacte. L'époque actuelle appartient à la troisième période; elle est marquée par des phénomènes geysériens intenses, qui ont amené des masses considérables de silice et qui ont modifié les roches préexistantes, et par un ralentissement graduel de l'activité volcanique, laquelle se traduit maintenant par

des sources thermales et d'abondants dégagements gazeux.

C'est surtout dans la partie nord du cratère que se manifestent ces derniers phénomènes; ils manquent absolument dans le sud. On ne les observe facilement que dans les basses eaux. Le sol abandonné par la mer, à l'angle de la jetée du nord, est à la température de + 51 degrés à la surface. L'eau qui sort de tous côtés à travers les galets est à + 71 degrés. Dans le sol, le thermomètre marque 86 degrés. A marée basse, la température de la mer, sur le littoral, est de 36 degrés, et de 20 degrés à marée haute.

La température des nombreuses sources thermales varie de + 38 à + 90 degrés.

Dans l'ouest, au fond du cratère, les phénomènes de chaleur sont encore plus marqués. Sur une large bande, le sol est chaud et laisse dégager d'abondantes vapeurs. Il s'y forme de la silice gélatineuse. La température s'élève à 104 degrés à quelques centimètres de la surface. Cependant cette température n'est pas fixe. Des fils métalliques, dont quelques-uns étaient en étain, avaient été suspendus à deux mètres de profondeur sur un niveau élevé de huit ou dix mètres au-dessus du niveau de la mer. A la grande marée du 24 novembre 1874, les fils d'étain fondirent; il suit de là que la température de 218 degrés, au moins, avait été atteinte.

Le dégagement gazeux était formé de beaucoup de vapeur d'eau, d'acide carbonique et d'azote.

A vingt lieues au nord de Saint-Paul se trouve l'île d'Amsterdam. Elle était restée jusqu'alors complétement inexplorée, l'abondance de la végétation empêchant de pénétrer dans son intérieur. La mission française a pu séjourner sur l'île d'Amsterdam et l'explorer presque entièrement. Son origine est absolument volcanique; mais sa forme n'est pas la même que celle de l'île Saint-Paul. C'est une terre haute, présentant vers l'ouest des falaises verticales de 500 à 600 mètres; elle s'infléchit vers l'est,

sous une pente peu rapide. Sa forme est rectangulaire, avec une seule pointe saillante, celle de la Recherche, qui, située dans le nord-ouest, se compose de coulées de laves compactes, disposées en gradins successifs.

Un éboulement, qui s'est produit dans l'ouest, a séparé un rocher de l'île. Ce rocher, qui est abrupt et formé de grandes colonnades basaltiques, a reçu le nom d'*Entrecasteaux;* il est relié à l'île par une langue de terre peu élevée. Il circonscrit une petite crique, dont l'accès est défendu par des lignes de brisants s'étendant au loin. Tout autour de l'île sont des falaises à pic, de 25 à 30 mètres, formées par des coulées basaltiques, puis par des laves, qui alternent avec les scories; elles s'abaissent au nord-est sur une étendue d'environ 400 mètres, ce qui permet l'accès de l'île. Une des dernières coulées, descendue jusqu'à la mer, y forme une sorte de jetée naturelle, dont les embarcations peuvent s'approcher par les temps calmes.

Le sol de cette île est très-tourmenté; une végétation épaisse fait obstacle aux excursions. Des *Isolepis* (*Isolepis nodosa*) atteignent la hauteur d'un homme, et y sont tellement serrés qu'on les écarte avec peine; ils forment une bande très-difficile à franchir. Une autre zone de végétation est composée de Fougères et de Graminées. Au delà, des Mousses, des Sphaignes, des Hycopides et des Fougères variées se rencontrent seuls dans les dépressions, dans les sillons formés par les laves. Ensuite la végétation devient tourbeuse et reste telle jusqu'au sommet.

Dans l'est de l'île, les pentes sont formées de grandes coulées de laves denses, très-feldspathiques, formant des cavernes pittoresques. Des cônes de scories, élevés, s'alignent souvent sur les fentes.

Trois grandes chaussées basaltiques donnent lieu, au sommet, à autant de plateaux marécageux, parsemés de petits lacs d'eau douce. L'un d'eux supporte un magnifique cône de scories, haut de vingt-huit mètres. Au nord de ce plateau, on voit un cratère d'explosion, large de

trois cents mètres et profond de plus de cent mètres; il est creusé directement dans le sol et témoigne qu'une violente éruption a accumulé les blocs projetés, arrachés à l'ancien massif de l'île.

Le sommet de l'île devait être anciennement occupé par un vaste cratère central. Les portions restées debout s'élèvent à huit cent cinquante ou neuf cents mètres, et limitent les plateaux au sud et à l'ouest.

Il n'y a plus d'activité volcanique dans cette île; on ne trouve nulle part de sources thermales ni de dégagements gazeux.

Ces deux îles semblent être deux foyers éruptifs bien distincts, car leurs produits sont bien différents. Elles ont surgi séparément, au sein de l'Océan, à une date relativement récente.

Inhabitées et inhabitables, ces deux îles sont le refuge d'un grand nombre d'oiseaux de mer. Des collections considérables de ces oiseaux ont été rapportées par l'expédition.

Au point de vue de la zoologie géographique, l'étude de la faune marine de ces îles est d'un grand intérêt. On possède maintenant un aperçu général de cette faune. Parmi les faits les plus saillants se trouve la présence de deux gastéropodes pulmonés, dont l'un, le *Siphonaria Maepillivragi*, est spécial, tandis que l'autre, le *Marinula nigra* Philippi, se trouve dans l'île de Tristan d'Acunha, et de l'autre côté du cap. Un brachyopode de la famille des Mergerles, du genre *Kraussina*, Davidson, vit en abondance dans le cratère de Saint-Paul, entre le niveau de la haute et de la basse mer.

Un calmar, mesurant 7 mètres 15, fut jeté sur la chaussée nord, par un raz de marée, au commencement de novembre.

Malgré les circonstances défavorables où se trouvaient les explorateurs, surtout à l'île d'Amsterdam, la botanique ne fut pas négligée; la Flore de ces îles pourra être déterminée.

Pendant la traversée, des observations géologiques ont été faites ; elles permettront de donner une esquisse géologique de l'île de la Réunion. De plus, des explorations relatives aux roches granitoïdes des îles Seychelles, et aux gisements de phonolithes aux environs d'Aden, viennent s'ajouter aux documents dont nous n'avons pu faire qu'une énumération incomplète.

3

La région des geysers dans l'Amérique du Nord.

Cette région, presque ignorée en 1870, est située depuis le 111°,30 jusqu'au 113°,30 environ de longitude ouest et entre le 44e et le 45e degré de latitude septentrionale. Longue de 65 milles et large de 55, c'est-à-dire renfermant environ 400 à 500 de nos lieues carrées, elle vient d'être, par décret, déclarée propriété nationale des États-Unis, et reconnue inaliénable et ne pouvant appartenir en propre à aucun État comme à aucun particulier. L'aspect général est prodigieux, les accidents naturels les plus étonnants s'y sont donné rendez-vous : falaises, volcans, rochers à pic, aiguilles, cascades, sources et jets d'eau froide, tiède ou bouillante, tout s'y trouve. On croit, en voyant cet ensemble inouï qui se modifie d'un jour à l'autre, assister littéralement aux premiers âges de la création. On cite surtout la prairie du Marché, où abondait il y a peu de temps le bétail, vaches, bœufs, moutons, à l'état presque naturel, qui est devenue en quelques années un lac très-profond et très-poissonneux, puis aujourd'hui une terre sèche, un désert. En général, l'altitude de cette région la rend difficile à cultiver. Les plaines excèdent 2000 mètres au-dessus de la mer. Un lac même est à 2500 mètres, et la plupart des montagnes ont 3000 à 4000 mètres. Bien que la latitude du pays soit peu élevée (le 45e degré est en Europe le climat

de Bordeaux, de Venise et de la Crimée), elle représente dans le nord américain un climat rude et froid; les orages y sont fréquents, et les courants d'air froid des montagnes Rocheuses et de la mer Glaciale qui sillonnent ces vastes solitudes y entretiennent, jusqu'aux abords des sources chaudes, une température bien peu supérieure à zéro.

Les premiers explorateurs n'ont pas été heureux : un de leurs compagnons s'est perdu, entièrement séparé de la troupe par une rafale. Après douze jours de tortures et de privations inouïes, il a été retrouvé presque inanimé. C'est dire que, sur tous les points de son domaine, la nature fait payer cher à l'homme les jouissances et le plaisir qu'un travail obstiné lui procure.

Dans quelques parties de cette région, les sources chaudes issues des montagnes en feu tombent de gradin en gradin, en perdant de leur chaleur, dans de vastes baignoires ou vasques naturelles, plus semblables à l'œuvre d'un peuple géant qu'à un produit spontané. Les indigènes y prennent des bains et y recueillent le soufre.

Cette curieuse région, étant aujourd'hui connue, attirera bientôt de nombreux étrangers.

4

Exploration de Terre-Neuve.

L'île de Terre-Neuve est presque entièrement déserte. M. Murray en a fait l'exploration géologique. Les très-rares habitants de ses côtes vivent au bord de la mer du produit de leur pêche et dans les conditions les plus misérables. Cependant, aux environs de la baie Saint-Georges, l'intérieur de l'île renferme des vallées fertiles; elles sont bien boisées, présentent des affleurements de houille, des gisements considérables de gypse et des sources de pé-

trole, ainsi que des dépôts de sel. En remontant le cours du Gander jusqu'au lac situé à 50 kilomètres de son embouchure, M. Murray a parcouru une vallée très-productive, qui pourrait nourrir facilement une population de 100 000 habitants.

D'après cet explorateur, les conditions d'existence à l'intérieur de l'île de Terre-Neuve seraient bien préférables à celles qu'offrent certaines parties habitées du New-Brunswick et de la Nova-Scotia, et même du Bas-Canada.

Voilà certainement des informations importantes, qui prouvent tout le parti qu'on pourrait tirer de la fertilité d'un grand nombre de localités non explorées ou imparfaitement connues. Il ne suffit pas d'avoir sur des cartes les positions des terres isolées au sein de l'Océan, il faut encore en connaître les ressources.

5

Les mines d'or de la Guyane.

Notre colonie américaine de la Guyane renferme des mines d'or. M. de la Bouglisse, ingénieur des mines, a publié sur la richesse aurifère de la Guyane française un rapport dont nous extrayons les passages les plus importants :

« La découverte de l'or à la Guyane remonte, dit M. de la Bouglisse, à 1853. Quelques Brésiliens habitant les bords du fleuve des Amazones s'embarquèrent un jour sur un de ces petits navires appelés *papouilles* qui font le cabotage entre Para et la Guyane ; ils débarquèrent et s'établirent sur les rives de l'Approuague, où le poisson et le gibier étaient très-abondants.

« L'un d'eux, du nom de Paoli ou Paoline, avait travaillé dans son pays à l'exploitation de l'or : aussi, en remontant les criques qui bordent l'Approuague, fut-il frappé de la similitude du sol avec les terrains aurifères qu'il avait exploités et fit-il quelques essais de lavage. Ces essais, opérés grossièrement dans une calebasse, donnèrent la *couleur*, c'est-à-dire que le

résidu des lavages contenait quelques parcelles d'or. Paoli renouvela ses expériences et elles furent de plus en plus concluantes. Muni d'échantillons, il se rendit alors chez le commandant du quartier, M. Félix Cuny, lâchement assassiné depuis, qui, dans l'espoir de doter son pays d'une nouvelle source de richesse, entreprit des excursions lointaines, très-pénibles, très-périlleuses même, afin de se convaincre de la réalité des assertions de Paoli.

« De nombreux essais ayant été couronnés de succès, la présence de l'or dans les terrains de la Guyane française devint un fait avéré. Le bruit de cette découverte ne tarda pas à se répandre, et bientôt le bassin de l'Approuague, morcelé par le gouvernement, ne suffit plus pour satisfaire les demandes de plus en plus nombreuses de concessions.

« En 1855, une société dite de l'Approuague et composée des habitants de la colonie se constitua pour exploiter en commun le bassin de la rivière dont elle avait pris le nom. Les résultats inespérés qu'on obtint provoquèrent une véritable fièvre de l'or, et les recherches s'étendirent rapidement à la comté, qui rivalisa avec l'Approuague, qu'elle surpasse aujourd'hui en production.

« Les recherches ont atteint maintenant le bassin du Maroni, fleuve qui sépare les Guyanes française et hollandaise. L'Oyapock seul n'a pas encore été visité; mais il est presque certain qu'il viendra compléter cette énorme région de terrains aurifères qui s'étend de ce fleuve au Maroni sur une longueur de quatre-vingts lieues et sur une profondeur qui n'est pas inférieure à dix lieues au minimum.

« La production des terrains de la Compagnie de l'Approuague est aujourd'hui de 70 000 francs par mois, et ce chiffre sera triplé prochainement, grâce à l'introduction récente de quatre cent cinquante travailleurs hindous.

« La composition de l'or varie suivant les gisements.

« La rivière de Mana fournit le plus haut titre, 978 millièmes; le titre le plus bas 890 millièmes provient de certaines criques de la comté et du Sinnamari. Dans le déchet, l'argent entre pour la plus forte part, et les autres métaux, tels que le fer, le plomb, etc., etc., pour une proportion de 4 à 6 millièmes.

« L'or se trouve dans deux gîtes distincts, dans les filons quartzeux et dans les alluvions des criques. Ce sont ces derniers gisements seuls qui sont exploités actuellement.

« Le nombre des ouvriers mineurs était de 1300 en 1873, et

la production de la colonie était de 3 grammes 3 décigrammes par homme et par jour, soit environ 2 497 000 pour l'année.

« Les frais d'exploitation sont très-variables, mais en moyenne la dépense par homme et par mois est de :

« 50 à 65 francs pour un atelier de coolies indiens ;

« 90 à 130 francs pour un atelier de nègres créoles.

« Les frais d'expédition s'élèvent à 194 francs par kilogramme d'or.

« Le nombre des concessions était, au 31 mars 1874, de 172, mesurant 881 568 hectares ; au 31 mars 1872, il n'y avait que 84 concessions mesurant 355 434 hectares occupés : c'est donc 88 concessions et 536 134 hectares de plus en 1874. Le nombre des ouvriers, qui était de 1100 en 1872, de 1300 en 1873, était de 2000 en 1874.

« La Banque de la Guyane a acheté, en 1874, 443 kilogrammes 919 grammes, représentant une valeur de plus de 1 200 000 francs, et il a été payé une somme de 205 223 francs comme redevances des superficies.

« La production, en 1868, a été de 892 054 francs ; en 1869, elle a été de 1 146 789 francs ; elle a été de 1 238 106 francs en 1870 ; de 1 877 100 francs en 1871, et de 2 274 405 en 1872 ; nous avons vu qu'elle dépassait 2 400 000 francs en 1873 ; enfin, pendant les quatre premiers mois de 1874, elle n'a pas été inférieure à 459 kilos 507 grammes d'or ou 1 300 954 francs. »

6

Une nouvelle mine d'argent en Amérique.

On vient de découvrir en Amérique une nouvelle mine d'argent d'une extrême richesse. Depuis la découverte de l'or en Californie, jamais il ne s'était produit pareille émotion à la Bourse de San Francisco. En quelques jours, les actions des Compagnies qui exploitent ces mines ont monté de 60 dollars à 750 dollars (de 250 à 3750 francs). A côté de la grande mine d'argent connue sous le nom de *Comstock*, et qui est exploitée depuis dix ans aux environs de Virginia City, on a découvert, à une profondeur de 600 mètres, dans trois mines voisines, une masse

énorme de minerai argentifère. La trouvaille est évaluée, par les ingénieurs du pays, à plus de 2 milliards de francs. La galerie la plus profonde est à 680 mètres du sol. On y descend, comme dans une houillère, à l'aide d'une banne, et l'on y trouve la température d'un bain de vapeur. Les explorateurs, une chandelle d'une main et la pioche de l'autre, se dirigent tête baissée dans les galeries, et les ouvriers enlèvent le minerai au pic. Chaque jour on extrait ainsi 500 tonnes de minerai, que l'on élève à l'ouverture des puits. On les porte aux bocards, et de là à l'usine métallurgique, qui les transforme en lingots.

7

Le goudron de l'Algérie.

La province d'Oran fournit du plomb argentifère, près de Mostaganem. On vient de trouver, dans le Dahra, qui fait partie de la chaîne située en face de la plaine du Cheliff, une source de bitume, ou *pétrole glutineux*.

Voici comment on a été amené à découvrir ce gisement de goudron.

Il y a quelques années, un patron de barque d'Oran, nommé Domingo Gonzalès, fut prié par un Arabe de la tribu des Beni-Zarouel de venir lui réparer, dans le Dahra, une vieille barque échouée sur la côte. Domingo se rendit sur le point désigné, pourvu des outils nécessaires. Mais rien n'est trompeur comme la réparation d'un vieil objet : restauré à droite, il faiblit à gauche. Le goudron vint à manquer, au grand désespoir de Domingo, qui se voyait obligé de retourner à Oran sans avoir pu exécuter le travail qui lui était commandé. Il ne s'attendait guère à trouver du goudron dans ces parages. Sa surprise fut donc grande quand le propriétaire de la barque lui apporta, comme provenant d'une source naturelle du

pays, un excellent goudron, avec lequel il put achever le calfatage du pauvre esquif.

Domingo Gonzalès ne perdit jamais le souvenir de l'existence dans ce pays d'une source de goudron naturel. Dès qu'il apprit que le Dahra était ouvert, et que l'administration française le sillonnait et y créait de nombreux villages, il se mit à la recherche de cette mine et il fut assez heureux pour la trouver en juin 1874, dans la tribu des Beni-Zarouel.

Le goudron d'Oran, ou *pétrole glutineux*, est mou, très-tenace; il fond dans l'eau bouillante, se dissout dans l'essence de térébenthine. Sa combustion donne lieu à une flamme blanche, qui dégage beaucoup de chaleur, et à la formation de fumées rutilantes, à odeur empyreumatique. Son résidu est entièrement charbonneux, c'est-à-dire qu'il ne renferme plus aucune matière bitumineuse.

Ce goudron n'est ni de l'asphalte, ni du naphte, ni du bitume, mais il a des propriétés communes à ces trois corps. Il se rapproche plus du naphte que des deux autres; il en diffère en ce qu'il n'est pas soluble dans l'alcool. Il peut recevoir tous les emplois auxquels on consacre le goudron naturel.

8

La houille dans le bassin de la Méditerranée.

Un dépôt assez abondant de houille a été découvert en Grèce, à Dranesta.

Dranesta est situé à 180 kilomètres sud de Salonique, dans des montagnes qui se séparent au sud du mont Olympe, pour aboutir à la baie de Kitros, dans le golfe de Salonique. La couche de charbon est d'environ $2^m,40$ d'épaisseur; elle s'étend sur 91 hectares; mais tout porte à croire que l'étendue du gisement est beaucoup plus

considérable. On pense que la totalité de sa surface est de 30 milles carrés.

Des ingénieurs anglais ont été chargés d'étudier ce dépôt. 300 tonnes de charbon ont été expédiées par eux en Angleterre, pour être soumis à des essais pratiques.

Ce charbon paraît être de bonne qualité. Sa combustion à l'air libre se fait bien, avec une bonne chaleur et sans fumée. Il est comparable au charbon d'Écosse. Il diffère des charbons anglais par sa facile altération à l'air, mais il se conserve sans se détériorer dans les magasins.

Il est question de creuser deux puits de mine de 275 mètres de profondeur, et de construire une voie ferrée de 20 kilomètres, pour réunir Dranesta à Kitros, port d'embarquement le plus voisin, que des travaux complémentaires mettraient en mesure de devenir un centre d'exportation maritime.

D'autres couches de houille existent sur le territoire russe, près de Mariopol. Elles se prolongent dans le district compris entre le Dniéper et la Crimée. Ce gisement houiller a donné lieu à un commencement d'exploitation, mais le manque de mineurs retarde le développement des travaux.

Les bâtiments anglais ont déjà pris à Taganrog des chargements de ce charbon, qu'ils ont transportés sur les divers marchés de la Méditerranée. Mais l'absence de communication directe par voie ferrée entre ce gisement et le port restreint les demandes et élève le prix du charbon, qui est de près de 50 francs la tonne. La création d'un chemin de fer rendrait les approvisionnements faciles et assurerait le débouché des charbonnages russes.

9

Le charbon de la Patagonie.

Un rapport de M. Arnal, ingénieur des mines françaises, raconte la découverte qui a été faite au Chili, vers

le mois de mai 1874, d'une importante mine de houille située dans l'extrême sud de la Patagonie, presqu'île de Brunswick, détroit de Magellan, au lieu appelé *Vaqueria del capitan Corey*, non loin de la colonie chilienne de Punta-Chenas, par 53° 9′ 40″ latitude nord et 73° 13′ 46″ longitude ouest.

Cette propriété, concédée par le gouvernement chilien à trois explorateurs français, M. Bouquet, ingénieur civil, Derué et G. de Suzainnecourt, a une superficie de 975 hectares; elle peut être quadruplée au prix de sacrifices faciles; les environs peuvent, en outre, se prêter à plusieurs industries productives.

Les couches de charbon que l'on a pu étudier sont au nombre de trois, dans la direction de l'est-ouest, avec une légère inclinaison vers le nord.

L'altitude de la couche inférieure par rapport au niveau de la mer est d'environ 75 mètres : la puissance apparente de cette première couche est de 2 mètres au minimum; celle de la deuxième couche est de 1 mètre 80 à 2 mètres; son altitude est de 50 mètres supérieure à la première. La troisième couche est de 40 mètres plus élevée que la deuxième; sa puissance est d'environ 5 mètres, divisée en trois veines à peu près d'égale épaisseur, et séparées les unes des autres par des schistes tendres, d'une épaisseur moyenne de 20 à 30 centimètres.

A 6000 mètres environ des premiers lieux explorés, dans un profond ravin, le charbon apparaît en une couche d'une puissance uniforme de 14 à 15 mètres, divisée en cinq veines, séparées entre elles par des schistes.

La masse de charbon contenue dans les trois couches apparentes a été évaluée à 78000000 mètres cubes. En prêtant au mètre cube le poids de 1500 kilogrammes, on arrive au chiffre de 117000000 de tonneaux métriques, comme minimum.

La mine est située entre le détroit de Magellan et une mer intérieure, ou vaste baie, désignée sur les cartes marines françaises et anglaises sous le nom de *Olway-*

Water. La distance de la mine à cette baie est d'environ 6 kilomètres, et la distance du détroit de 17 kilomètres.

Cette nouvelle mine de charbon, qui a reçu le nom de *Mina Rica* (mine riche), ouvre un nouvel horizon industriel au Chili, dont les importantes productions minérales nous sont restées longtemps inconnues.

10

Les puits à gaz en Pensylvanie.

Dans la contrée où l'on exploite les puits de pétrole, les gaz s'échappent souvent du sol en assez grande abondance, et ces gaz donneraient des produits analogues aux huiles minérales qui sont employées dans l'industrie, si on les recueillait pour les condenser. Ces dégagements gazeux sont l'occasion d'une perte réelle dans la production du pétrole. Pour en donner une idée, nous dirons que dans un puits situé près de Sarverwille, dans le district de Butler, la pression du gaz à sa sortie est de 17 kilogrammes par centimètre carré. Le volume de gaz qui se perd ainsi est évalué à 28214 mètres cubes en 24 heures.

On s'occupe en ce moment d'établir sur une longueur de 17 milles, entre Sarverwille et Pittsburg, des tubes pour conduire ce gaz, afin de remplacer, dans cette dernière ville, le gaz employé pour le chauffage et l'éclairage.

Un de ces puits à gaz, situé dans le voisinage du chemin de fer de Pittsburg, est employé à fabriquer du noir de fumée, en brûlant ce gaz par une quantité d'air insuffisante. 1 300 mètres cubes de ce gaz sont ainsi recueillis tous les jours, et le débit de ce puits, qui fonctionne depuis dix ans, n'a pas diminué.

C'est là un exemple curieux de l'application directe des phénomènes de la nature aux opérations de l'industrie.

11

La résine fossile.

On a découvert en Dalmatie, dans la Bucovine, une nouvelle résine fossile, à laquelle on a donné le nom de *schraufite*. C'est dans les environs du village de Wamma que se trouve ce gisement; il ressemble beaucoup aux bitumes qui empreignent les rochers dans la Galicie, à Hoffein, dans le sud de l'Autriche et en Bohême.

C'est dans un filon de grès schisteux, de près de deux mètres d'épaisseur, et qui traverse les couches de pétrole de Ropianka, que se trouve cette résine fossile. Elle a l'aspect de cordons, dont la grosseur dépasse souvent 10 centimètres. Sa densité varie de 1 à 1,12. Sa couleur est rouge, et 4,5 pour 100 d'eau s'y trouvent combinés; ce qui empêche de la travailler. Son point de fusion est 326 degrés. Fondue, elle laisse dégager des gaz avec abondance, et toute sa substance entre en décomposition. L'alcool n'en dissout qu'une petite quantité; il en est de même du chloroforme et de la benzine. Au contraire, l'acide sulfurique dissout entièrement la *schraufite*. On peut fabriquer des savons avec cette résine fossile.

Distillée, elle laisse comme un résidu, une espèce de colophane rouge-brune, qui fournit un brillant vernis quand on la mêle à la térébenthine.

12

Les arbres à gomme de l'Afrique.

L'arbre qui produit la gomme dite *arabique* croît dans l'île de Zanzibar, et porte le nom de *mti sandarusi*. Le capitaine anglais Elton a fait sur cette production végétale un rapport que le gouvernement a publié et dont nous allons reproduire les faits essentiels.

Le capitaine Elton, désirant visiter les plantations d'arbres à gomme, se rendit dans une forêt de *mti sandarusi*, où les esclaves étaient occupés à recueillir la gomme. Le grand nombre de ces arbres et leurs immenses proportions l'étonnèrent. Il en mesura un d'une taille moyenne, qui avait 20 mètres depuis la terre jusqu'au branches du sommet.

La circonférence, au pied, était de 5 mètres et de 75 centimètres à la première branche, à une hauteur de 6 mètres au-dessus du sol. En enlevant l'écorce, on trouva des dépôts de gomme sous forme liquide, entre cette écorce et le bois. Aux endroits où l'arbre avait été blessé, la gomme résineuse s'était agglomérée en quantité considérable; il en était de même aux branches inférieures de différents arbres, et l'un des esclaves racontait que sa femme avait reçu un dollar pour la gomme qu'elle avait recueillie à terre d'une branche pourrie qui était tombée. Il est probable que dans les endroits où l'on a laissé des arbres mourir de vieillesse on pourrait trouver dans la terre de grandes quantités de gomme.

Des insectes innombrables vivent sur le *mti sandarusi*. Sur une branche coupée on trouva un grand nid formé derrière un rempart de gomme par une colonie de fourmis qui se creusaient rapidement un chemin jusqu'au cœur de l'arbre, et l'on voyait entre l'écorce et le bois des légions d'insectes et de fourmis qui allaient et ve-

naient. La capitaine Elton et le lieutenant Pullen qui l'accompagnait arrivèrent à cette conclusion que les essaims de fourmis et d'insectes amènent la destruction lente, mais sûre, de ces arbres, et, quand le cœur du bois est miné, l'arbre projette de la gomme en telle quantité qu'il semble faire un effort pour arrêter le progrès de sa destruction.

Après la chute d'un arbre, il suffit de quelques années pour que le sol recouvre sa surface; ce sol est riche en détritus végétaux, dans lesquels on distingue les traces du copal. Les esclaves assurent qu'on peut voyager vers l'intérieur pendant deux jours avant de sortir de la forêt de *mti sandarusi*, mais le capitaine Elton ajoute qu'au train où va le défrichement il ne se passera pas beaucoup de temps sans que le copal ait disparu.

Presque tous les arbres sont entrelacés, comme de festons, par de longues cordes de caoutchouc *uiana*, qui descendent du haut du tronc, ce qui donne aux gens du pays le moyen de grimper jusqu'aux dépôts de résine des branches.

Le caoutchouc était autrefois exploité dans d'assez grandes proportions, mais on l'a abandonné, à cause du nombre considérable de jeunes esclaves qui ont été enlevés par les léopards. Les guides du capitaine Elton recueillirent pour lui deux larges balles de caoutchouc. Après avoir fait de grandes incisions longitudinales dans les principaux troncs de l'*uiana*, ils récoltaient la substance laiteuse qui en coulait à profusion et la pétrissaient ensuite avec les mains jusqu'à ce qu'elle eût pris la forme d'un gâteau.

13

Réveil d'une fleur après vingt siècles.

L'effet de la lumière, considérée comme cause du réveil de la vie dans le règne végétal, a été observé près d'Athènes, par le professeur von Hendreich, dans des circonstances bien curieuses. On sait que les mines du Laurium, qui ont donné lieu à de longs débats diplomatiques, consistent pour une grande partie en scories provenant de l'exploitation faite par les anciens Grecs, mais qui contiennent encore beaucoup d'argent, métal que l'on en extrait aujourd'hui par les procédés perfectionnés de l'art moderne.

Or, sous ces scories, depuis au moins 1500 ans, dormait la semence d'une papavéracée du genre Glaucium. Depuis qu'on les a enlevées pour les porter aux fourneaux, sur tout l'espace qu'elles recouvraient ont poussé et fleuri les jolies corolles jaunes de cette fleur, qui était inconnue à la science moderne, mais qui se trouve décrite dans Pline et Dioscoride. Elle avait donc disparu de la surface du globe depuis quinze ou vingt siècles.

14

Les *Abîmes de la mer*, par M. Wyville Thomson.

La librairie Hachette a publié, en 1875, la traduction de l'ouvrage intitulé : *les Abîmes de la mer, récits des expéditions de dragage des vaisseaux le* Porcupine *et le* Lightning, *pendant les étés de* 1868, 1869 *et* 1870.

Le professeur Wyville Thomson a seul rédigé cet ouvrage, bien que les deux savants qui l'accompagnaient,

MM. Carpenter et J. Gwyn Jeffreys, aient concouru à la réunion des documents et matériaux.

Quel était l'objet des expéditions des deux vaisseaux le *Porcupine* et le *Lightning?* Un des plus considérables assurément qu'on se soit jamais proposé dans notre siècle.

On connaît parfaitement tout ce qui vit et s'agite à la surface de la terre. On connaît moins bien les êtres qui peuplent les eaux de la mer, aux profondeurs ordinaires auxquelles peut atteindre l'exploration. Quant aux êtres qui vivent dans les bas-fonds considérables, on ne les connaissait aucunement il y a vingt ans.

C'est pour étudier cette question fondamentale de la nature des êtres qui peuplent le fond des mers que l'on décida en Angleterre, il y a dix ans environ, de fréter deux navires, et de les munir de tous les instruments et appareils nécessaires à l'exploration des mers profondes. Ces deux navires furent le *Porcupine* et le *Lightning.* Et l'on peut dire que jamais entreprise scientifique ne fut couronnée d'un succès aussi complet et aussi peu prévu.

On pensait généralement que le fond des mers serait trouvé à peu près dépourvu d'êtres vivants. Quelle surprise lorsque, au contraire, on apprit qu'une population abondante d'animaux vivaient dans ces sombres parages! Là où les physiologistes ne pouvaient admettre le fonctionnement régulier d'un organisme, on rencontra beaucoup d'animaux supérieurs, et, découverte étrange, on reconnut que certains de ces animaux appartiennent à des espèces que l'on croyait à jamais éteintes; de sorte que l'on a retiré des abîmes de la mer des animaux qui, depuis l'origine de la zoologie, étaient rangés parmi les espèces éteintes et désignées comme fossiles.

Autre sujet de surprise. Les physiologistes avaient déclaré que dans ces bas-fonds l'absence de lumière devait entraîner l'absence de la vie. Mais admirez la fécondité des ressources de la nature, et apprenez à vous défier

ainsi de la pure induction en matière de science : il s'est trouvé que la lumière indispensable à l'existence des animaux est fournie par des animaux mêmes, c'est-à-dire par des animaux phosphorescents, dont la lumière propre éclaire assez l'obscurité du bas-fonds des mers pour permettre l'éclosion et le développement de la vie organique. La lumière engendrée par d'innombrables animaux phosphorescents est assez intense pour permettre aux êtres qui sont pourvus d'yeux de se servir utilement de ces organes.

Les physiciens avaient affirmé que les dépressions océaniques étaient remplies d'une eau immobile, présentant une température invariable de + 4°, température du maximum de densité de l'eau. Mais l'expérience a donné tort à la théorie. La couche immobile à + 4° ne se rencontre nulle part dans l'Océan. Partout dans cette mer de larges et rapides courants, chauds ou froids, font circuler l'eau, renouvellent les gaz qu'elle renferme et permettent le développement de la vie. Ce sont là, comme le dit M. Wyville Thomson, les artères et les veines du grand Océan.

Hâtons-nous pourtant d'ajouter que la Méditerranée n'offre pas au développement de la vie dans ses profondeurs les mêmes conditions avantageuses que l'Océan. Cette mer n'est guère autre chose, à proprement parler, qu'un vaste bassin clos. Les courants froids et chauds qui traversent l'Océan, ces espèces d'artères et de veines qui renouvellent les gaz, n'y existent pas ; et de plus, l'eau de cette mer est, nous dit le même auteur, corrompue par les impuretés du Nil, qui est le grand égout de l'Afrique orientale.

L'ouvrage de M. Wyville Thomson, *les Abîmes de la mer*, a pour objet l'exposé descriptif des découvertes faites en 1868, 1869 et 1870, par MM. Carpenter, J. Gwyn Jeffreys. Publié à Londres, en 1874, ce livre a été traduit dans notre langue par le docteur Lortet, professeur à la Faculté des sciences de Lyon. Il est accompagné de

nombreux dessins représentant les animaux pêchés par la drague du *Porcupine* et du *Lightning*, et de cartes relatives à la marche de l'expédition, aux courants de l'Atlantique, etc.

Voici les principales matières contenues dans l'ouvrage traduit par M. Lortet.

Les trois premiers chapitres racontent les croisières des deux navires avec leurs incidents nautiques et scientifiques. Deux autres chapitres sont consacrés à la description des procédés employés pour effectuer les sondages et dragages profonds, et à décrire les nouveaux appareils qui ont servi aux équipages des deux navires à faire descendre la sonde exploratrice, le thermomètre ou le manomètre, à des profondeurs énormes, puisqu'elles ne sont pas de moins de 4800 mètres, c'est-à-dire égales à la hauteur du mont Blanc.

La partie la plus importante de l'ouvrage de M. Wyville Thomson est celle qui concerne la description des animaux tirés des grandes profondeurs océaniques. L'auteur met sous nos yeux, au moyen de gravures très-exactes, avec l'indication des dimensions réelles de l'individu, tous les animaux, nouveaux pour la plupart, rapportés par l'expédition. C'est là qu'on voit avec surprise les animaux d'espèces que l'on croyait à jamais éteintes, et qui remontent aux âges géologiques : les nombreuses éponges siliceuses, les encrines qui peuplaient les mers jurassiques et les oursins propres à la période crétacée. Ces animaux trouvant dans les grandes profondeurs des mers des conditions autres que celles de la surface, ont survécu, en se modifiant un peu, tandis que ces formes animales avaient disparu depuis des myriades de siècles dans les parties supérieures du même Océan.

L'ouvrage se termine par un chapitre sur une question qui occupe beaucoup en ce moment les naturalistes : la formation actuelle de la craie au fond de l'océan Atlantique, phénomène si bien étudié depuis quelques années

par M. Huxley, dont les travaux ont fait, pour ainsi dire, toucher du doigt la manière dont le terrain crétacé, et sans doute aussi les autres assises des terrains de sédiment en général, se sont formés pendant les âges géologiques.

Il nous reste à dire que l'expédition du *Porcupine* et du *Lightning* n'a pas été la dernière que l'Angleterre ait organisée dans le même but. Depuis deux ans, un navire de la marine royale britannique, le *Challenger*, sous la direction scientifique du professeur Wyville Thomson, sillonne en tous sens les océans Atlantique et Pacifique, pour continuer dans ces vastes bassins les recherches commencées autour de l'Irlande et des îles Feroë par le *Lightning* et le *Porcupine*. Nous aurons sans doute dans quelques années la relation des découvertes du *Challenger*, pour faire suite à celles du *Porcupine* et du *Lightning*.

15

La nouvelle ménagerie des reptiles au Muséum d'histoire naturelle.

Les reptiles avaient été jusqu'ici singulièrement négligés dans notre Muséum d'histoire naturelle. Un aménagement nouveau a été accordé en 1875 à la collection de ces animaux vivants.

Il y avait à Paris, en 1838, un homme qui faisait métier de montrer des serpents, escortés d'un crocodile vivant. Cet homme attira l'attention du naturaliste Biberon, attaché au jardin des Plantes. Biberon pensa qu'une collection de serpents vivants serait très-utile à la ménagerie. Il fit dont embaucher l'homme aux serpents, pour organiser une ménagerie de ces reptiles. C'est alors que fut établie la première salle de reptiles que le Jardin des Plantes ait possédée. Elle était d'une installation fort primitive, car ces animaux étaient tout simplement enve-

loppés de couvertures de laine et renfermés dans des boîtes. Biberon mourut en 1848.

En 1868, les ateliers de menuiserie, de serrurerie, etc., ayant été transportés de l'autre côté du jardin, dans la rue Buffon, on éleva, sur l'ancien emplacement de ces ateliers, une nouvelle construction, en conservant les gros murs, et l'on décida d'y établir la ménagerie des reptiles, en perfectionnant beaucoup leur installation. Auguste Duméril, chargé de ce service, mourut pendant le siége de Paris. M. Blanchard, qui succéda, en 1872, à Duméril, fut chargé de continuer les travaux relatifs à la nouvelle ménagerie des reptiles; mais il trouva tout en stagnation, faute de fonds. Ce n'est qu'à la fin de 1873 que M. Blanchard put faire établir les cages destinées à recevoir les reptiles. Il prit lui-même les mesures nécessaires, fit tracer les plans d'un bassin vitré pour les batraciens et de deux autres bassins pour les poissons. M. Bocourt, aide-naturaliste, a puissamment aidé M. Blanchard dans tous ces travaux. Ce n'était même pas trop du concours des autres aides-naturalistes du Muséum pour créer une œuvre dans laquelle tout était à faire. Aucun modèle, aucun point de départ n'existait; il fallait tout prévoir, tout combiner et tout surveiller.

La nouvelle ménagerie des reptiles, telle qu'elle existe aujourd'hui au Muséum d'histoire naturelle, est divisée en quatre salles, deux grandes, dont l'une en avant et l'autre en arrière, et deux petites, situées aux extrémités. La grande salle renferme les principaux sujets. Des laboratoires sont annexés à la ménagerie.

Deux espèces de boas, le *constrictor* et l'*imperator*, sont enfermés dans des cages vitrées, avec de l'herbe, de la mousse, des troncs d'arbres et des grottes, composées de rochers. On voit souvent l'un de ces boas s'enrouler sur une branche et siffler à la face des visiteurs.

Les pythons de l'Inde et de l'Afrique, qui diffèrent peu des boas, se distinguent par leur belle taille. Vingt caïmans grouillent dans le grand bassin de la salle princi-

pale, ainsi que des crocodiles du Nil, dont quatre sont tout jeunes. Les plus grands ont été élevés à la ménagerie. Arrivés au Muséum au sortir de l'œuf, ils ont maintenant plus de $1^m,60$ de long.

La *grande tortue de mer* se voit dans le même bassin; elle est presque toujours immobile. Après les caméléons se distinguent de très-beaux *lézards sauvegarde*, à points noirs. Celui du Brésil est très-grand. On voit aussi des *grammatophores* tout barbus, avec de grandes écailles et une queue épaisse. De singuliers lézards d'Australie, les *trachysaures*, complètent cette série d'animaux.

Les serpents venimeux se trouvent dans la salle du fond. Là sont les *serpents à sonnettes* des Antilles, et les *serpents à lunettes*, gonflant leur gorge. On sait que les Indiens montrent sans danger ces reptiles, après leur avoir arraché les crochets. L'élégante vipère de l'Inde fait partie de cette collection. Dans la même salle, un bassin consacré aux tortues d'eau douce donne asile à la *tortue matamata* au bec pointu et aux filaments noirs qui, hérissant son corps, en font un être si bizarre.

Dans un bassin de la salle d'entrée sont les jeunes crocodiles et les petits lézards, ainsi que les tortues terrestres.

Le grand bassin de la salle des batraciens a 3 mètres de long sur $1^m,05$ de large. L'eau courante y abonde. Ce grand bassin a été construit pour les grandes salamandres du Japon. Deux de ces salamandres ont soin de se tenir sous la chute d'eau, comme pour recevoir une douche continuelle.

Les *axolotls* se sont aujourd'hui tellement multipliés, qu'on a pu en envoyer dans toute l'Europe. On sait que l'axolotl est un reptile produit de la sélection. Il descend d'un individu blanc venu du Mexique. Par le métissage avec les axolotls noirs ordinaires et par le choix successif des reproducteurs, on a fini par obtenir une variété blanche, dont la couleur persiste après la transformation que subit l'axolotl, lorsqu'il perd ses branchies. Ces animaux ont des pattes de dispositions toutes particulières.

A la suite des jeunes axolotls nés à la ménagerie viennent des axolotls tout à fait développés et qui se reproduisent. On voit ensuite des axolotls adultes, transformés en salamandres. Ils sont sans branchies et vont fréquemment à terre.

Dans la même salle se trouvent de grands crapauds d'Espagne et la grande *grenouille mugissante*, qui vient de la Louisiane et de la Georgie (États-Unis).

Deux bassins sont destinés aux poissons et au silure américain : deux individus de l'espèce des Etats-Unis existent à la ménagerie.

Dans un aquarium on voit des protées. Ce sont des reptiles à branchies que l'on trouve dans les eaux souterraines de la Carniole. Ils sont aveugles et périraient à la lumière.

Telle est l'installation et tels sont les pensionnaires de la nouvelle et intéressante ménagerie des reptiles du Muséum d'histoire naturelle. Cette intéressante collection est tous les jours ouverte au public.

PHYSIOLOGIE

1

Le *spiroscope*, appareil destiné à l'étude de l'auscultation, de l'anatomie et de la physiologie du poumon, par M. Woillez.

Le *spiroscope* a été construit pour reproduire sur le poumon du cadavre les bruits d'auscultation; mais il peut être utilisé pour étudier les mouvements respiratoires et pour déterminer les conditions anatomiques et physiologiques du poumon.

L'appareil se compose d'un grand manchon en cristal, pouvant contenir un poumon et même les deux. Un couvercle bien clos est traversé par un tube dans l'intérieur duquel est fixé le poumon par son conduit respiratoire. Un souffet cylindroïde est placé à la base de l'instrument; il sert à faire le vide en aspirant dans le manchon. Lorsque le soufflet est tiré par en bas, l'air extérieur pénètre dans le poumon, sous l'influence de la pression extérieure. La dilatation ayant lieu, on peut, au moyen d'une palette dont le manche mobile traverse le couvercle, rapprocher le poumon de la paroi du manchon de cristal, pour pratiquer l'auscultation avec l'oreille. Un support complète l'appareil.

Le spiroscope appelle l'air dans les cavités aériennes en les dilatant, et ne l'y pousse pas de force.

Dès la première tendance au vide dans le manchon, la dilatation du poumon a lieu.

En pratiquant des tractions et des propulsions sur le soufflet, le poumon se distend dans toutes ses parties, puis il revient sur lui-même.

Un poumon sain peut être dilaté par plus de cinq litres d'air, et ne se rompt nulle part.

Le poumon à peu près exsangue se laisse pénétrer par l'air sans bruit. Mais, si on injecte dans l'artère pulmonaire 400 grammes seulement d'une solution de gélatine au dixième et qu'on laisse refroidir, on obtient ensuite, par l'auscultation, le bruit vésiculaire comme dans l'état normal.

Cet instrument peut aussi fournir un mode de recherches précises sur la quantité d'air inspiré nécessaire au renouvellement complet de celui que contient le poumon.

Une question importante se place ici, c'est celle du meilleur moyen de traitement à appliquer aux noyés ou aux asphyxiés, laquelle pourrait être mieux résolue que par le passé, en mettant à profit le principe sur lequel le spiroscope est basé.

La facilité de pénétration de l'air extérieur dans la pro fondeur des voies aériennes des poumons, lorsqu'on fait d'abord dilater ces organes, semble prouver que le meilleur moyen de rétablir la respiration chez les asphyxiés serait l'aspiration extérieure pratiquée sur les parois thoraciques pour obtenir leur dilatation, et sur l'abdomen pour agir de même sur le diaphragme. Le problème ainsi posé paraît réalisable à M. Woillez, et il se propose de le démontrer.

2

Le pansement ouaté. — Action des ferments dans les maladies chirurgicales.

Nos lecteurs connaissent le mode de traitement des plaies au moyen de la ouate. M. Alphonse Guérin, l'inventeur de cette méthode de pansement, ayant communi-

qué sur ce sujet un travail à l'Académie des sciences, M. Gosselin a fait sur ce travail un rapport à l'Académie. Une discussion intéressante s'est établie à la suite de ce rapport entre MM. Bouillaud, Larrey, Pasteur et Trécul. Comme cette question est d'un grand intérêt scientifique et pratique, nous la résumerons aussi clairement que nous le pourrons.

Le pansement imaginé par M. Guérin pour les plaies résultant des amputations, c'est-à-dire les opérations les plus importantes de la chirurgie, consiste à appliquer sur la plaie une épaisse couche de ouate de coton, maintenue par une bande serrée. D'après les travaux de M. Pasteur, les germes, ou ferments, contenus dans l'atmosphère, seraient arrêtés dans l'épaisseur du coton, et de cette manière la décomposition putride des liquides sur la plaie serait empêchée.

M. Gosselin examine, dans son rapport, si le pansement ouaté est efficace, ensuite s'il doit son utilité à la seule cause indiquée par M. Guérin.

Personne ne conteste, dit M. Gosselin, l'utilité du pansement ouaté. Ses effets ordinaires sont : l'absence totale ou presque totale de la fièvre des premiers jours ; la continuation du sommeil et de l'appétit ; l'absence ou la faible intensité de la douleur ; la présence, après le vingtième ou le vingt-deuxième jour, quand on enlève l'appareil, d'une plaie vermeille, recouverte d'un pus épais et sans mauvaise odeur ; enfin, comme conséquence très-fréquente des avantages précédents, la soustraction de l'opéré au danger de mort par infection purulente, et la guérison.

Après avoir exprimé les regrets de ce que la supériorité de cette méthode ne soit pas démontrée par des faits plus positifs et plus nombreux, M. Gosselin passe à la théorie de l'appareil de M. Guérin.

Le fond de la question, c'est que toute fermentation est empêchée à la surface de la plaie, parce que le coton retient dans son épaisseur les ferments contenus dans

l'atmosphère. Les agents putrides ne pouvant pas se produire, l'infection purulente est évitée. En effet, quand on examine au microscope le pus trouvé au fond des appareils ouatés, après vingt ou vingt-quatre jours d'application, on n'y trouve ni les vibrions, ni les bactéries qui s'y forment à l'air libre.

Cependant, et d'après des faits positifs, le bandage ouaté n'empêche pas toujours et nécessairement la formation des bactéries ni des vibrions. Sous le bandage ouaté il y a une fermentation, laquelle n'est pas toutefois, lorsque le malade continue d'aller bien, de celles qui donnent naissance aux produits toxiques capables d'engendrer l'infection purulente.

Dans ce cas, il est naturel de se demander quel est le mode d'action du pansement ouaté. Par la compression regulière qu'il exerce, il favorise la résorption prompte du sang, qui reste toujours à la surface des plaies, et il empêche qu'une nouvelle quantité de ce liquide soit versée ultérieurement; il favorise aussi la résorption des premiers matériaux exsudés qui, comme le sang, se putréfient au bout de quelques jours sur les plaies. En outre, l'action de la compression diminue l'afflux du sang vers les vaisseaux de la plaie; une chaleur uniforme est entretenue, une immobilité est procurée à la région malade, d'où résulte une modération de l'inflammation. N'étant ni destructive, ni gangreneuse, cette inflammation, quoique suppurative, est assez simple pour donner naissance d'emblée à la *membrane pyogénique*, et fournir des produits qui ne sont pas aptes à la décomposition putride délétère, lors même que les ferments viendraient à se mettre en contact avec eux.

Mais l'avis de la commission est aussi que la méthode de M. Guérin réussit, parce qu'elle maintient sans interruption, pendant assez longtemps, les conditions favorables au développement d'une inflammation suppurative bénigne, et qu'elle constitue, en définitive, *un pansement rare*.

Les chirurgiens ont compris bien des fois qu'il pouvait y avoir des inconvénients à changer tous les jours les pièces d'appareil recouvrant les plaies. Magatus, auteur italien du dix-septième siècle, a condamné cette coutume, dans un ouvrage spécial. On en a reparlé depuis, mais les recommandations faites des pansements rares n'en ont pas amené la pratique générale, parce que, d'une part, elles n'aboutissaient pas à la formule précise du temps pendant lequel les pansements doivent rester en place, et d'autre part, parce qu'on ne faisait pas connaître un grand nombre de succès en faveur de cette méthode.

M. Alphonse Guérin, en appliquant le coton en grandes masses sur les plaies des amputés, en adoptant le procédé de compression employé par M. Burggraeve, de Gand, pour le traitement des maladies articulaires, en fixant à une période de vingt à vingt-cinq jours le temps durant lequel les plaies doivent rester couvertes, en signalant des succès incontestables obtenus par cet ensemble de moyens, aura eu le mérite, dit M. Gosselin, de donner une certaine précision à la méthode, jusque-là indécise, des *pansements rares*.

En définitive, conclut le rapporteur, le *bandage ouaté* a réalisé un progrès dans la thérapeutique des plaies, et ce progrès mérite d'être signalé à toute l'attention des chirurgiens.

M. Pasteur a présenté quelques remarques à propos du rapport de M. Gosselin.

M. Pasteur a voulu prouver ce que peut être, dans certains cas, la diffusion des ferments, les dangers auxquels ils exposent, et la facilité avec laquelle on peut s'en débarrasser lorsqu'on est averti de leur présence.

Voici d'abord une expérience extrêmement probante dans la question.

M. Musculus recueillit sur un filtre le dépôt d'une urine fermentée. Le filtre fut lavé avec soin ; on le desécha à 30 ou 40 degrés, et l'on s'en servit ensuite comme

d'un réactif de l'urée. Il suffisait de porter dans l'urine, ou dans une solution d'urée, un fragment de ce filtre avec la poussière qui le recouvrait et qui y adhérait, pour que la fermentation ammoniacale de l'urée s'établît. Une dizaine de mois après, un fragment de ce filtre avait conservé la propriété de provoquer la fermentation ammoniacale. Dès lors, on se demande si ce petit ferment n'existe pas, à l'état de particules invisibles. Il s'agit, en effet, ici d'un petit organisme formé de grains réunis en chapelets, mais qui sont disjoints par la dessiccation, et dont chaque grain n'a pas plus d'un millième à un millième et demi de millimètre de diamètre. Ce petit ferment doit donc exister partout; il est toujours prêt, s'il pénètre dans la vessie, à provoquer l'affection dangereuse caractérisée par les urines ammoniacales où on le rencontre continuellement. Cette affection a donc pour cause une fermentation déterminée, dont le ferment est connu.

Si l'on demande pourquoi cette maladie n'est pas plus fréquente, M. Pasteur répond : « Si tous les organismes microscopiques, si tous les ferments organisés qui rencontrent dans les liquides de l'économie un milieu nutritif favorable à leur développement, pouvaient pénétrer facilement et à chaque instant dans l'intérieur du corps, si le corps, dans l'état de santé, leur était ouvert, la vie deviendrait impossible. C'est déjà bien assez qu'ils trouvent des moyens de pénétration dans certaines circonstances déterminées ou dans des cas de maladies déclarées provenant d'autres causes. D'ailleurs, il ne faut pas l'oublier, dans l'état de santé, notre corps oppose naturellement une résistance au développement et à la vie des infiniment petits. »

On sait qu'un moyen d'éprouver la qualité d'une semence consiste à mettre les graines entre deux morceaux de flanelle humide. Les mauvaises graines se recouvrent de moisissures, pendant que les graines saines se gonflent, pour entrer en germination. Des spores de moisis-

sures existent à la surface de toutes ces graines ; mais pour celles qui sont malsaines, la vie des spores n'est gênée par rien, tandis que pour les autres une lutte s'établit entre la semence et le spore qui la recouvre ; la graine prend l'oxygène nécessaire à la vie du spore.

M. Pasteur prend ensuite un liquide nutritif très-favorable à la production de deux moisissures déterminées. Il dépose en un point de ce liquide des spores de l'une des moisissures, et l'on voit germer la plante correspondante. Il en arrivera autant pour l'autre moisissure déposée en un autre point du même liquide. Les deux moisissures se développeront même simultanément, si l'on sème en même temps leurs spores sur une autre partie du liquide. Mais, si on commence à laisser développer l'une des moisissures, et qu'on sème ensuite les spores de l'autre à la même place, celles-ci ne se développeront pas, empêchées qu'elles seront par les premières, qui sont déjà dans un état avancé et qui s'approprient les éléments assimilables, parmi lesquels figure surtout l'oxygène.

C'est ainsi que M. Pasteur conçoit que les cellules cancéreuses s'emparent des aliments qui devraient être utilisés par les cellules normales sous-jacentes. Dans cette circonstance, il pense qu'il faudrait favoriser la vie dans les cellules normales, en détruisant la vitalité des cellules parasites. Deux moyens seraient à employer. Il faudrait faire putréfier, au fur et à mesure de leur croissance, les cellules parasites ; d'un autre côté, il faudrait les nourrir avec des aliments extérieurs, pour les déshabituer de leur manière de vivre à l'aide des sucs de l'organe sur lequel elles s'implantent. Par exemple, on devrait essayer ce que produirait sur le cancer l'application très-fréquemment renouvelée de lambeaux de viande fraîche.

La présence de l'oxygène est nécessaire pour commencer la fermentation alcoolique du jus de raisin. Une expérience bien connue de Gay-Lussac a établi ce fait. Cette

expérience consiste à introduire un fragment de grappe de raisin sous une cloche à mercure. On a commencé par priver le raisin de tout l'air qui peut y adhérer. Pour cela on a introduit sous la cloche du gaz hydrogène, à plusieurs reprises; on a ensuite écrasé les grains. Dans ces conditions, la fermentation n'a pas lieu, même après un temps très-long. Mais, si l'on introduit une petite quantité d'air sous la cloche, la fermentation se manifeste.

On sait aujourd'hui ce qu'il faut ajouter à l'interprétation donnée par Gay-Lussac. Non-seulement l'oxygène est nécessaire à la fermentation, mais il lui faut encore le ferment. Dans l'expérience de la cloche, des germes de levûre de raisin existent à la surface des graines et de la grappe, et l'oxygène est seulement nécessaire à la première manifestation de la vie dans ces germes.

Revenant au pansement avec la ouate, M. Pasteur voudrait qu'on y apportât toute la rigueur exigée par les idées mêmes de M. Alphonse Guérin. Assez fréquemment, on ne trouve pas d'organismes microscopiques dans le pus des plaies pansées avec la ouate. Ce résultat, si desirable, ne deviendrait-il pas la règle, dit M. Pasteur, si l'on prenait toutes les précautions nécessaires pour élaguer les germes. Les premières couches d'ouate devraient être préalablement chauffées à 200 degrés.

3

Anesthésie produite par l'injection intraveineuse du chloral, dans un cas d'évidement du tibia et d'ovariotomie. Acidité de la solution de chloral; moyen de la neutraliser; par M. Oré.

Le 27 septembre 1874, le docteur Poinsot opéra un homme âgé de 38 ans, fort et robuste, qui avait à la jambe droite une plaie fistuleuse, entretenue par une carie du tibia et un séquestre volumineux. La veine

médiane basilique gauche fut ponctionnée, et reçut, par injection, en douze minutes, 9 grammes de chloral. Le malade s'endormit sans douleur, et devint insensible. L'anesthésie la plus complète fut suivie d'un sommeil de 24 heures. La veine piquée ne présenta ni phlébite ni caillot ; il n'y eut pas d'hématurie.

La plaie fut traitée par le pansement ouaté, et la cicatrisation se faisait rapidement, lorsque, un mois et demi après l'opération, quelques points malades du tibia parurent à M. Oré avoir échappé à l'action de la gouge, ce qui nécessitait un nouvel évidement.

Une nouvelle injection intraveineuse fut faite le 27 novembre suivant, par la médiane basilique droite, avec 10 grammes de chloral et 50 grammes d'eau.

Une douleur aiguë, analogue à une brûlure, fut accusée aussitôt par le malade, le long de la veine piquée. Cependant l'anesthésie eu lieu complétement, mais le sommeil qui suivit fut agité et interrompu. La veine parut *indurée* au point de la piqûre. Le malade allait fort bien, à la date du 12 décembre.

Cette différence entre les phénomènes présentés par ces deux injections provenait de la qualité du chloral. Celui qui fut employé d'abord était trop acide. Pour neutraliser le chloral, sans l'altérer, M. Oré emploie une solution de carbonate de soude, dans la proportion de 1 gramme de ce sel pour 10 grammes d'eau distillée ; 2 ou 3 gouttes de cette dissolution ajoutées à 1 gramme de chloral dissous dans 4 grammes d'eau suffisent pour obtenir le résultat désiré. L'expérience a prouvé que ce chloral conserve ses propriétés physiologiques et anesthésiques.

Le docteur Landes assista M. Durodie de Sauveterre dans une opération d'ovariotomie pratiquée sur une femme de 36 ans, qui portait un kyste de l'ovaire très-volumineux. L'état de cette femme était grandement anémique. Une solution de 50 grammes de chloral dans 80 grammes d'eau fut préparée, en neutralisant l'acidité avec 30 gouttes de la solution de carbonate de soude.

Cette opération, la première de ce genre, fut commencée à midi 20 minutes, et treize minutes après 5 grammes de chloral avaient été injectés. La veine médiane basilique gauche fut ponctionnée. Aucune douleur ne fut ressentie par la malade pendant l'injection. Le pouls, qui était à 125 pulsations, descendit à 100, et la respiration à 25, de 28 qu'elle était. Des hémorrhagies abondantes suivirent la division des cloisons; la mort fut la conséquence de la perte de sang qui accompagna l'opération. La veine piquée ne présentait aucune trace de caillot.

De ces faits M. Oré conclut que, toutes les fois qu'on aura à faire une injection intraveineuse de chloral pour produire l'anesthésie, on devra toujours faire, au préalable, disparaître l'acidité de la solution chloralique, en ajoutant deux ou trois gouttes par gramme de chloral de la solution de carbonate de soude titrée au dixième.

4

Sur les effets thérapeutiques de l'oxygène, par M. Tamin-Despalle.

Nous mentionnons ici un fait important, constaté par M. Tamin-Despalle, relativement à l'action du gaz oxygène sur l'économie animale.

Le 18 avril 1875, vers deux heures de l'après-midi, M. L...., député, fut atteint d'une congestion cérébrale grave, avec chute du corps et paralysie de tout le côté droit. Le nombre des pulsations du pouls était de 82 à la minute, la face vultueuse, et l'estomac contenait une notable quantité d'aliments. Une demi-heure séparait le déjeuner de l'accident. Des inhalations d'oxygène pur furent prescrites, sans saignée et sans application de sangsues. Dès les premières aspirations, M. L.... déclara se sentir beaucoup mieux. Le mouvement et la sensibilité revinrent peu à peu dans le côté paralysé. A

sept heures, M. L... pouvait se tenir debout, le mal était conjuré. La consommation d'oxygène fut d'environ 10 litres.

5

Sur la méthode graphique en physiologie.

Le 20 septembre 1875, au Congrès international des sciences médicales, tenu à Bruxelles, M. Marey a fait une conférence sur les *progrès dus à l'introduction de la méthode graphique dans les études physiologiques.* Les nombreuses projections exécutées à la lumière électrique ont pu convaincre les nombreux auditeurs de l'utilité de la méthode graphique. Nous devons au Dr François Franck l'exposé de cette conférence, qu'il a publié dans la *Revue scientifique.*

« M. Marey, dit le Dr Franck, a commencé par rappeler l'état dans lequel la physiologie se trouvait autrefois. Le savant professeur a mis en regard de cette science de convention les données précises dont la science moderne est en possession, grâce à l'intervention des méthodes fournies par la mécanique et la physique.

L'essence de la vie, c'est le mouvement, c'est l'action; mais quel phénomène est plus fugitif que le mouvement? Par quels moyens le saisissons-nous? Ne pouvant compter sur nos sens tout seuls, forçons le mouvement qui se dérobe à nos sens à s'inscrire lui-même, à livrer le secret de sa forme et de sa durée.

Nous pouvons, à l'exemple de MM. Poncelet et Morin, faire écrire sur un cylindre tournant le corps lui-même, pendant sa chute, et obtenir, par la combinaison du mouvement de rotation du cylindre et du mouvement du corps qui tombe, une courbe qui nous renseigne sur les lois de cette chute. Nous pouvons aisément encore amplifier par le levier les mouvements trop petits, augmenter

les durées trop courtes; et, comme en physiologie nous avons presque toujours à compter avec des mouvements très-brefs et d'une faible amplitude, c'est au levier que nous aurons recours.

Le principe fondamental dans la méthode graphique se déduit aisément de l'examen de l'appareil suivant:

Un tambour à levier, petite capsule métallique fermée par une membrane de caoutchouc sur laquelle repose un levier, capsule remplie d'air, hermétiquement fermée, et communiquant par un long tube avec un appareil identique. Chaque mouvement imprimé au premier levier se transmet avec exactitude au levier du second appareil. Que l'on comprime l'air renfermé dans l'appareil n° 1, en abaissant le levier, en même temps se soulève le levier n° 2; l'air transmet ainsi un mouvement à distance, et lui permet de conserver tous ses caractères. Mais avec deux tambours seulement nous ne pouvons obtenir que des mouvements rectilignes. Combinons deux à deux nos tambours manipulateurs et récepteurs, unissons les deux tambours de droite par des leviers articulés sous forme de parallélogramme, installons de même les deux tambours de gauche, et en faisant décrire à l'extrémité libre de l'une des tiges un mouvement complexe, une circonférence, nous verrons l'extrémité de la tige correspondante du côté opposé tracer une circonférence identique: c'est là le pantographe à transmission, dont les mouvements sont rendus visibles de loin, grâce à un disque de papier blanc fixé à l'extrémité des leviers mobiles.

Pour la mesure du temps, M. Marey emploie un régulateur Foucault, cylindre tournant avec une vitesse variable, suivant l'axe du mouvement d'horlogerie avec lequel on le met en rapport, et dont la rotation est réglée par un volant à écartement variable. Assurément on peut, on doit se fier aux mesures du temps fournies par un bon régulateur, mais il est toujours plus sûr de contrôler la vitesse; d'autre part, il est infiniment commode de diviser sur le cylindre lui-même le temps en fractions

excessivement petites. Cette mesure précise s'obtient avec des chronographes.

M. Marey a rappelé que Thomas Young, le premier, a armé l'une des branches d'un diapason d'une pointe fine vibrant comme lui, et traçant, avec une rigueur mathématique, les divisions du temps sur le cylindre tournant. On obtient ainsi le 1/50, le 1/100, le 1/500 de seconde. Mais un grand perfectionnement a été introduit quand on a pu obtenir des appareils inscripteurs, vibrant à l'unisson d'un diapason entretenu par l'électricité. Ces appareils sont des *chronographes*, qui se composent essentiellement d'une petite masse de fer doux, portant une plume fine, et mise en mouvement par une bobine légère, qui reçoit elle-même des interruptions d'un diapason placé sur le trajet d'un fil de pile.

Passant à l'étude du mouvement chez les êtres vivants, M. Marey a exposé les propriétés du muscle se raccourcissant sous l'influence d'une excitation portée sur son nerf ou sur son tissu même; il a présenté en même temps un appareil destiné à inscrire ses mouvements; c'est le *myographe simple*, levier articulé à sa base, relié au muscle plus ou moins près de son axe de rotation, et écrivant par sa pointe. Une excitation détermine une secousse; une série d'excitations produit une série de secousses fusionnées; si les interruptions sont rapides, un tétanos.

Un autre appareil myographique transmet à distance le mouvement obtenu en faisant tirer brusquement le muscle sur l'extrémité d'un levier qui comprime la membrane d'un tambour. Un tube de caoutchouc, en communication avec un second tambour inscripteur, transmet le mouvement du muscle, et la plume écrit sur une plaque de verre enfumé, qui glisse dans la coulisse de l'appareil à projection. Une rupture de contact détermine une série de secousses, et l'on voit sur l'écran blanc le tétanos amplifié s'inscrire nettement.

Les appareils myographiques ne sont pas applicables

à l'homme, et il est impossible d'étudier les contractions musculaires chez ce dernier par une méthode d'exploration analogue. Pour étudier les contractions musculaires chez l'homme, M. Marey emploie la *pince myographique*, qui fonctionne par le gonflement du muscle au moment de sa contraction. Les tracés obtenus avec ce nouvel appareil sont identiques avec ceux que fournissent le myographe simple et le myographe à transmission.

M. Marey a indiqué brièvement les conséquences que la pathologie est appelée à retirer des études myographiques pour l'étude d'une foule d'affections caractérisées par des désordres musculaires, comme le tremblement alcoolique, l'épilepsie, l'empoisonnement par la strychnine, etc.

D'intéressantes considérations ont ensuite été présentées sur les fonctions auxquelles président les contractions des muscles. Les mouvements respiratoires et circulatoires sont ceux qui ont été examinés.

L'appareil destiné à explorer les mouvements respiratoires ayant été appliqué sur la poitrine d'un aide, on a produit le tracé des deux mouvements en sens inverse exécutés par la paroi thoracique. Les indications du *pneumographe* sont nombreuses, variées et capables de fournir à l'observateur de précieux renseignements sur les causes des troubles de la respiration, chaque catégorie de courbes correspondant à une classe déterminée d'obstacles à l'entrée ou à la sortie de l'air.

Les mouvements circulatoires que l'on peut examiner au cours d'une conférence sont le pouls et les battements du cœur, ainsi que les changements de volume des organes sous l'influence de la circulation.

Le *sphymographe* de M. Marey étant appliqué sur le radius, l'appareil tout entier avec son levier en mouvement apparaît en silhouette, et aussitôt après, le *sphygmographe à transmission* vient remplacer le *sphygmographe* simple. Le pouls s'écrit ainsi au loin, et il est facile de le montrer amplifié sur l'écran, pendant qu'une

glace enfumée reçoit le tracé du levier. On fait varier la forme et l'amplitude du pouls par un effort.

M. Marey a mis ensuite en évidence les mouvements du cœur. Le cœur d'une grenouille étant placé au-dessous d'un levier soulevait à chaque systole le levier qui repose sur lui. On a interposé le petit myographe du cœur entre une lentille et l'écran : chaque soulèvement du levier devient ainsi très-net, et l'on assiste de loin aux contractions et aux relâchements de ce cœur, détaché de l'animal.

L'exploration du cœur chez l'homme s'exécute au moyen d'un nouvel appareil, que M. Marey nomme l'*explorateur à tambour*. Un bouton de liége, relié à la membrane d'un tambour à air, s'appuie sur la région où bat la pointe, la pression du bouton se règle par une vis que l'expérimentateur fait mouvoir et la pulsation du cœur est ainsi visible à l'extérieur.

Le *cardiographe* est un appareil nouveau, destiné à mesurer la vitesse du sang et les variations de cette vitesse dans leurs rapports avec la pression artérielle. Cet appareil est fondé sur le principe des tubes de l'ingénieur Pitot : deux tubes coudés à angle droit, et dont le bec est dirigé en sens inverse, plongent dans un tube engaînant d'un plus fort calibre, qui permet au liquide de s'écouler en pénétrant dans l'intérieur des tubes de Pitot ; le niveau du liquide s'élève plus haut dans le tube dont l'orifice fait face au courant, moins haut dans celui qui est dirigé du côté par lequel se fait l'écoulement. Cette différence de pression dans les deux tubes a été utilisée par M. Marey pour enregistrer la vitesse du courant, la différence entre les deux niveaux s'accusant d'autant plus que le courant est plus rapide. A cet effet, chaque tube est surmonté d'un tambour, et les membranes des deux tambours qui se font face sont reliées l'une à l'autre par une sorte de fléau de balance qui s'incline plus ou moins, suivant que la différence de niveau est plus ou moins marquée, c'est-à-dire suivant que la

vitesse est plus ou moins considérable. Avec une vitesse nulle (arrêt d'écoulement), les deux niveaux sont sur la même ligne; le fléau horizontal et l'appareil récepteur influencé par les mouvements du fléau tracent une droite sur le papier, au lieu de l'ascension qu'il décrit sous l'influence d'une vitesse, si légère qu'elle soit.

Ce nouvel appareil est plus sensible que ceux que nous possédions jusqu'ici. M. Marey rend cependant justice à celui de M. Chauveau (de Lyon), qu'il a lui-même employé avec succès.

M. Marey a terminé sa conférence par la présentation d'un appareil à déplacement d'eau, destiné à l'étude des changements de volume des organes.

La température elle-même peut s'enregistrer avec les appareils de M. Marcel Despretz.

6

Crampe des employés du télégraphe.

On observe chez les employés du télégraphe des phénomènes que ces employés ont surnommés eux-mêmes le *mal télégraphique*. M. Onimus a rapporté à la Société de biologie l'observation de l'un d'entre eux, employé depuis dix-neuf ans dans les bureaux télégraphiques, et qui, il y a dix ans, a commencé à ressentir des phénomènes de ce genre. Il remarqua d'abord que les lettres S, représentée par trois points, I, représentée par deux points, et U, représentée par deux points et un trait, n'étaient plus nettement formées par lui. En même temps, il constatait qu'en traçant ces lettres il éprouvait une certaine roideur, une certaine crampe dans la main. Le D, qui se faisait par un trait suivi de deux points, était bien mieux représenté que l'U, qui se fait inversement par deux points suivis d'un trait. Cet employé, voyant cela, essaya alors de ne se servir que du pouce pour

inscrire télégraphiquement ces lettres. Ce moyen lui réussit : pendant deux ans il put facilement expédier ses dépêches, mais, au bout de ce temps, le pouce se prit à son tour. Il employa alors l'index et le médius; deux mois après, ils étaient pris comme le pouce. Il eut recours alors au poignet, qui finit par se prendre comme les doigts. Lorsqu'il se forçait, toute sa main et son avant-bras étaient pris de tremblement. Souvent même il eut de l'insomnie et un peu d'excitation cérébrale.

Ces accidents ne se produisent qu'avec le système Morse. S'ils affectaient un trop grand nombre d'employés, M. Onimus pense qu'il y aurait lieu de demander à l'administration de recourir à d'autres systèmes que celui de Morse.

7

Un nouveau désinfectant : l'acide salicylique.

Tout le monde connaît les propriétés antiseptiques, antiputrides, de l'acide phénique. Un autre agent analogue occupe en ce moment l'attention des chimistes et des médecins. C'est l'*acide salicylique*, composé qui, grâce aux travaux d'un chimiste allemand, M. Kolbe, peut être obtenu avec assez d'économie pour se répandre dans le commerce.

L'acide salicylique fut découvert en 1838 par Piria dans l'essence de reine des prés (hydrure de salicyle). M. Cahours trouva le même acide, en 1844, dans l'essence de *gaultheria procumbens* (salicylate de méthyle). M. Cahours produisit la synthèse de cette essence en faisant agir l'acide salicylique sur le méthyle.

L'acide salicylique fut préparé directement par Kolbe et Lauteman en faisant passer un courant d'acide carbonique sur de l'acide phénique, et en y dissolvant du so-

dium. On obtient ainsi du salicylate de soude, en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène. En 1874, M. Kolbe simplifia ce procédé; il divisa l'opération en deux phases : il obtint d'abord le phénate de soude très-sec au moyen du phénol et de la soude caustique; ensuite, à une haute température, il fit agir l'acide carbonique sur ce phénate de soude.

Nous passons sur la description du procédé de fabrication, qui demande des soins particuliers, pour arriver aux propriétés de cet agent nouveau.

L'acide salicylique a la propriété remarquable de paralyser l'action des ferments non organisés, tels que la *synaptase* de la moutarde. Pour les ferments organisés, le phénomène est moins net et l'action moins caractéristique. A faible dose, l'acide salicylique retarde la fermentation, mais il ne l'empêche pas. Ainsi 25 centigrammes de cet acide retardent la fermentation d'un litre de dissolution de sucre de raisin à 12 pour 100, additionné de 5 grammes de levûre de bière. Dans un autre cas, 12 décigrammes d'acide ont arrêté la fermentation d'un litre de bière pendant douze jours, mais sans empêcher le liquide de s'aigrir au contact de l'air. Du lait contenant 4 centièmes d'acide salicylique s'est aigri trente-six heures plus tard que le lait pur. Les expériences relatives à la conservation des œufs et de la viande ont donné quelques résultats satisfaisants, mais elles sont encore en trop petit nombre pour autoriser une conclusion.

D'après M. Kolbe, l'acide salicylique libre agit seul sur les ferments; les salicylates sont sans aucune influence.

L'absence de goût et de couleur de l'acide salicylique, l'innocuité de son introduction dans l'organisme humain, ont conduit à s'en servir pour prévenir la fermentation du vin et de la bière, et en général toutes les maladies du vin et de la bière, occasionnées par des champignons microscopiques.

L'application de l'acide salicylique à la thérapeutique

est le trait le plus intéressant de l'histoire de ce nouveau produit. Il résulte des expériences de M. Thiersch, à l'hôpital de Leipzig, que l'acide salicylique remplacera avantageusement l'acide phénique dans les pansements chirurgicaux. M. Thiersch emploie l'acide salicylique ; 1° à l'état d'eau salicylée (solution à 1/300e d'acide salicylique dans l'eau) ; 2° à l'état d'ouate salicylée, à 3 pour 100 et à 10 pour 100.

M. Thiersch recommande le *jute salicylé*, qui a la propriété d'absorber des liquides impurs sécrétés par les plaies, et de rester plusieurs jours en place sans contracter de mauvaise odeur.

L'étude de l'acide salicylique, au point de vue médical, ne fait que commencer dans les hôpitaux de Paris. Il serait donc téméraire de rien affirmer encore à ce point de vue. Ce qui est seulement acquis, c'est la vertu antiseptique vraiment remarquable de l'acide salicylique. Ce nouveau composé semble appelé à remplacer l'acide phénique comme désinfectant, parce qu'il est dépourvu de l'odeur désagréable et pénétrante qui caractérise l'acide phénique.

AGRICULTURE

1

Le sulfocarbonate de potasse et le Phylloxera.

Le sulfocarbonate de potasse, recommandé depuis plus de deux ans par M. Dumas, donne de bons résultats contre le terrible ennemi de la vigne. C'est ce qui résulte d'une communication adressée à l'Académie des sciences par M. Marès, résumant les travaux de la commission de l'Hérault, travaux qui remontent à plusieurs années; d'un rapport de M. Mouillefert sur les expériences du même genre exécutées dans la Gironde; enfin d'une communication de M. Dumas à l'Académie. C'est cet ensemble de documents que nous allons résumer, brièvement toutefois, parce que la question nous paraît maintenant assez connue du public. Nous insisterons seulement sur la partie pratique du procédé.

Qu'est-ce que le sulfocarbonate de potasse, ou de potassium, selon la nouvelle nomenclature chimique? C'est une combinaison de sulfure de potassium et de sulfure de carbone. Ce composé chimique donne naissance, par l'action décomposante de l'acide carbonique de l'air, à un dégagement de gaz sulfhydrique et de sulfure de carbone, mélange mortel, à la plus faible dose, pour le Phylloxera, et qui, loin d'exercer sur la vigne une action nuisible, active au contraire sa végétation, comme le fait le soufre,

dont l'utilité, sous ce rapport, est aujourd'hui bien connue.

La préparation du sulfocarbonate de potasse n'était pas sans offrir certaines difficultés. C'est dans les laboratoires de la Pharmacie centrale, dirigée par M. Dorvault, que le procédé pour la préparation de cette substance a été trouvé et mis pour la première fois en pratique. Le sulfocarbonate de potasse n'était qu'un produit scientifique; il fallait étudier le moyen le plus économique de le préparer, afin de diminuer le plus possible son prix de vente. C'est la Pharmacie centrale de M. Dorvault qui a livré à la commission de Bordeaux et à celle de l'Hérault le sulfocarbonate avec lequel ont été faites toutes les expériences prescrites par M. Dumas, et M. Dorvault continue à livrer au commerce le nouveau produit. Le prix actuel du sulfocarbonate (1 fr. 20 environ le kilogramme) est déjà très-accessible, et l'extension de la production permettra sans doute de l'abaisser suffisamment pour que l'usage de cet insecticide puisse devenir général dans les pays infestés ou menacés par le terrible insecte.

Le sulfocarbonate de potasse constitue le moyen le plus puissant de tuer le Phylloxera sans nuire à la végétation de la vigne. Ce sel est déliquescent et peut se répandre, soit sous la forme solide, soit à l'état de dissolution. L'acide carbonique de l'air le décompose et forme, ainsi que nous l'avons dit, une atmosphère d'hydrogène sulfuré et de sulfure de carbone. Comme la respiration de l'insecte lui-même est une source de gaz acide carbonique, on voit que le Phylloxera trouve en lui-même la cause de sa propre destruction.

Voici les recommandations données par M. Dumas pour l'emploi pratique de cet agent destructeur :

Le sulfocarbonate doit s'employer au printemps et en automne. S'il s'agit de circonscrire et d'arrêter les progrès du Phylloxera à sa première apparition, il suffit de traiter quelques centaines de ceps (100 grammes environ

de dissolution de sulfocarbonate à 33 degrés Baumé par cep et étendus d'eau) sur la première tache et ses alentours. Dans ce cas, la dépense en sulfocarbonate de potasse ne dépasse pas 100 fr. par hectare.

S'il s'agit de renouveler une plantation de vignes dans une contrée en proie au Phylloxera, il faut faire au moins deux applications de sulfocarbonate par an, l'une au printemps, l'autre en automne; mais la faible extension des racines rend si minime la quantité de sulfocarbonate nécessaire pour les atteindre toutes, que la dépense s'élèvera à peine à 50 ou 60 fr. par hectare pour la première année, au double pour la deuxième et au triple pour la troisième, soit une moyenne de 150 fr. par an pendant les trois premières années.

Quand enfin on a affaire à des vignes âgées, il ne faut pas leur faire subir un traitement assez énergique pour tuer tous les Phylloxeras; il faut aller lentement jusqu'à ce que, par une action d'ensemble, croissant chaque année, on ait purgé toute la contrée.

Dans ce cas, on peut évaluer la dépense annuelle en sulfocarbonate de 100 à 150 fr. par hectare.

Le sulfocarbonate s'applique en même temps que le fumier, c'est-à-dire en versant le sel au fond du trou autour de la souche, le laissant absorber, puis mettant le fumier par-dessus.

L'emploi du fumier doit nécessairement accompagner celui du sulfocarbonate. L'expérience a démontré à M. Marès que la combinaison de ces deux moyens est indispensable pour assurer la conservation de la vigne.

Dès le milieu de l'annee 1874, M. Marès avait déjà signalé des moyens pratiques très-rationnels pour préserver la vigne des effets pernicieux du Phylloxera. M. Marès conseillait une culture soignée, soutenue par des soufrages, et l'emploi d'engrais capables de fortifier et de fertiliser le végétal, tels que les sels de potasse, les tourteaux et les débris de laine. Le mélange de sulfure

de potasse et de sulfate d'ammoniaque est particulièrement efficace. On obtient une magnifique végétation et une fructification remarquable par l'emploi du mélange, à poids égal, de sulfure de potasse et de sulfate d'ammoniaque, à la dose de 200 à 300 grammes par pied de vigne, pourvu que le sol ne manque pas d'engrais, et de 4500 pieds plantés par hectare. Des doses plus faibles fournissent encore de bons résultats. Des doses très-fortes de 800 à 1000 grammes du mélange dont il s'agit, par pied, n'ont produit aucun effet fâcheux sur les ceps; leur végétation est restée très-belle.

On doit appliquer les sels préservateurs, d'abord dans la portion qui correspond au chevelu des racines les plus rapprochées du sol; les sels répandus doivent être enterrés par un labour. Lorsqu'un ou plusieurs points d'attaque se montrent, il vaut mieux déchausser les ceps jusqu'aux premières racines. Les traitements préservatifs avant l'invasion de l'insecte sont toujours préférables; plus on se hâte, mieux cela vaut.

Si les divers agents préservateurs ont échoué, et que le Phylloxera se déclare, le sulfocarbonate de potasse ne manquera pas son effet. Il est reconnu aujourd'hui que toute vigne phylloxérée traitée par une dissolution de sulfocarbonate de potasse échappe à la destruction qui la menaçait.

Nous devons ajouter pourtant que les essais poursuivis dans le département de l'Hérault pendant le printemps et l'été de 1875 n'ont pas tous parlé en faveur des vertus curatives du sulfocarbonate. Dans certains cantons agricoles on a obtenu un succès incontestable, dans d'autres on a complétement échoué.

Le désaccord peut s'expliquer selon nous. Oui, le sulfocarbonate de potassium est l'agent toxique par excellence du Phylloxera. On se ferait difficilement une idée de l'action léthifère, de l'effet foudroyant, pour ainsi dire, du sulfocarbonate sur le puceron de la vigne. Mais, si la vertu toxique de ce sel est sans bornes, la facilité

de la multiplication de l'insecte est sans bornes également. Le sulfocarbonate peut tuer une immense quantité de ces pucerons souterrains, mais cela n'est pas toujours suffisant : il faudrait qu'il les anéantît tous, sans en laisser un seul. En effet, un seul survivant suffit à reproduire toute une génération nouvelle de ces terribles dévastateurs. Peut-on se flatter que la dissolution de sulfocarbonate aille faire périr jusqu'au dernier de ces insectes? Non. Dès lors, s'il en survit un seul, la vigne peut être de nouveau affectée, malgré la destruction de la presque totalité des Phylloxeras.

Ces réflexions expliquent le mélange de succès et de revers qui a été constaté dans l'Hérault, à la suite des expériences très-attentives qui ont été entreprises avec le sulfocarbonate.

Des Instructions pratiques ont été rédigées par l'Académie des sciences, sous l'inspiration de M. Dumas, pour le mode d'emploi du sulfocarbonate. Nous avons pensé que nos lecteurs seraient satisfaits de pouvoir consulter le texte de ces Instructions. Nous allons donc mettre sous leurs yeux le texte des *Instructions de la Commission de l'Académie des sciences* relatives au mode d'emploi du sulfocarbonate de potasse, document qui a été publié et répandu dans le pays par les soins du ministère de l'agriculture et du commerce. Ce document porte la date du 29 mai 1875.

« Pour détruire le Phylloxera, il faut faire usage des insecticides les mieux éprouvés.

« 1° Le plus simple serait l'eau, employée selon le procédé de M. Faucon. L'expérience a démontré qu'après quarante jours de submersion, en hiver, la vigne est débarrassée de l'insecte.

« 2° Lorsque ce procédé n'est pas applicable, on peut faire usage du sulfocarbonate de potassium, dont le comité de Cognac a adopté l'emploi.

« Le sulfocarbonate de potassium constitue un agent capable de se décomposer, sous l'influence de l'acide carbonique libre contenu dans le sol, en carbonate de potasse, sulfure de

carbone et hydrogène sulfuré. C'est une source de sulfure de carbone, placée au voisinage des racines.

« Comme le sulfure de carbone, éminemment vénéneux pour les insectes, peut devenir nuisible à la vigne, surtout pendant l'été, période active de la végétation, il importe d'en régler l'emploi plutôt trop bas que trop haut.

« On est d'autant plus fondé à recommander cette précaution, qu'il suffit de dissoudre un seul gramme de sulfocarbonate dans un hectolitre d'eau pour que l'effet sur le Phylloxera soit encore appréciable dans les expériences sur les vignes en pots ; à plus forte raison, si on en porte la dose à dix, vingt, trente ou quarante grammes de sulfocarbonate supposé sec.

« Le sulfocarbonate de potassium qu'on livre au commerce, spécialement celui dont les délégués de l'Académie auront à faire emploi, est en dissolution ; il contient la moitié de son poids de sel sec. Si on en met deux ou trois centilitres par cep ou par mètre carré, la dose sera suffisante en été. Elle représente trois ou quatre litres de sulfure de carbone en vapeur et autant d'hydrogène sulfuré gazeux, capables en se développant peu à peu de communiquer leur pouvoir toxique à des centaines de litres d'air.

« Les expériences de M. Mouillefert à la station de Cognac établissent que le sulfocarbonate n'agit pas seulement au moment de son emploi, mais que son action se développe et continue pendant plusieurs jours.

« Le sulfocarbonate doit être employé à l'état de dissolution dans l'eau, et il n'est pas toujours possible de se procurer dans la belle saison les quantités d'eau nécessaire à son application.

« Mais, si on dépose le sulfocarbonate dans le sol en novembre ou décembre, les pluies d'hiver se chargent de le dissoudre et de le porter au contact des racines couvertes de Phylloxeras, qu'elles en débarrassent. Pour ce dernier cas, le sulfocarbonate peut être rendu transportable en sacs et maniable à la brouette et à la pelle.

« Il suffit de l'absorber au moyen d'un engrais pulvérulent, tel que la sciure de bois, la corne torréfiée, les tourteaux, le plâtre en poudre, la chaux éteinte, etc. Les meilleurs excipients sont ceux qui retardent l'action de l'acide carbonique et qui permettent au sulfocarbonate d'attendre l'arrivée de la pluie.

« Lorsque la vigne est en pleine végétation, nous avons vu que la dose de sulfocarbonate doit être ménagée. Pendant

l'hiver, si l'insecte résiste un peu plus à l'action toxique de cette substance, de son côté, la vigne étant bien moins exposée à en souffrir, la dose peut être augmentée jusqu'au double et au triple.

« Lorsqu'il s'agit de traiter une tache isolée, atteignant une quantité limitée de ceps et menaçant par son extension les vignobles d'une région, la question de la dépense à effectuer pour se procurer l'eau nécessaire ne pouvant plus être mise en ligne de compte, il convient de ne point attendre l'automne ou l'hiver pour combattre le mal. En l'attaquant dès qu'il est signalé, on met obstacle d'ailleurs à l'apparition et à l'émigration des Phylloxeras ailés qui se manifestent de juillet en septembre.

« Dans ce cas, il convient de faire emploi de sulfocarbonate de potassium dissous dans l'eau et porté dans le sol jusqu'aux racines, pour détruire les Phylloxeras aptères.

« Après l'application du sulfocarbonate, on couvrira la surface infestée d'une couche de matière spongieuse imprégnée d'huile lourde de goudron de houille.

« Les vapeurs qu'elle répand sont particulièrement propres à la destruction des Phylloxeras ailés et contribuent même pour une part importante à celle de l'insecte à tous les états, si on s'en sert en été, sur un terrain sec et pénétrable aux vapeurs.

« Ces procédés bien appliqués réussiront. Ils ne sont cependant ni le dernier mot de la science, ni le dernier mot de la pratique; mais, déduits de l'application soutenue de la méthode expérimentale, ils ouvrent la voie et, tout en remédiant à une partie du mal, ils montrent comment on doit procéder pour le vaincre plus sûrement encore.

« Il est à espérer que les commissions et les comités, ainsi que les personnes, en grand nombre, que l'importance de la question excite à s'en occuper, découvriront d'autres moyens d'un emploi plus facile ou plus économique pour la destruction du Phylloxera.

« Les délégués de l'Académie sont invités à encourager tous les essais, à provoquer la formation des comités locaux de surveillance et à stimuler le zèle par des conférences s'adressant aux instituteurs et aux propriétaires de vignes.

« Les prix institués par l'Assemblée nationale en faveur des inventeurs sont l'objet d'un concours qui demeure toujours ouvert.

« En attendant, les commissions locales doivent porter toute leur attention sur les vignes de leur circonscription.

« Dès qu'un état maladif se manifeste sur quelques ceps, le propriétaire a tout intérêt à prévenir la commission locale, qui s'empressera de faire les constatations nécessaires par l'examen attentif des racines de ces ceps.

« Le Phylloxera étant reconnu, on circonscrira l'étendue de la partie atteinte et on traitera tous les ceps malades qu'elle contient, ainsi que les ceps sains compris dans une zone de préservation faisant le tour de la tache sur laquelle on a effectué l'opération principale. Pris à son début, le mal sera bien plus sûrement combattu, circonscrit et dominé.

« La tache ainsi traitée et les vignes qui l'entourent seront d'ailleurs l'objet d'une surveillance particulière, et tout indice signalant un état maladif des ceps des environs sera l'occasion d'une étude approfondie.

« On peut espérer que ces procédés mis en usage régulièrement et patiemment pourront prévenir l'extension de la maladie, et que leur emploi dans des localités variées répandra parmi les propriétaires de vignes la connaissance des conditions qu'il y a lieu d'observer et que l'expérience seule peut faire connaître, soit pour tirer le meilleur parti des moyens connus, soit pour en susciter de nouveaux.

« En résumé, l'application des sulfocarbonates suppose :

« 1° Que toute la surface infestée soit traitée ;

« 2° Que le poison soit porté assez profondément pour atteindre tous les phylloxeras.

« La quantité d'eau à employer pour dissoudre et délayer le sulfocarbonate peut varier de quatre ou cinq litres à vingt-cinq ou cinquante par mètre carré, selon la nature du sol, sa profondeur et son état sec, humide ou mouillé.

« Dans la plupart des cas, il convient de dissoudre le sulfocarbonate dans deux ou trois litres d'eau, de verser le liquide sur la place préparée pour le recevoir, et, lorsqu'il est bien imbibé, c'est-à-dire après quelques minutes, de répandre pardessus le reste de l'eau.

« Pour préparer le sol à recevoir le sulfocarbonate, il résulte des expériences effectuées à Cognac par M. Mouillefert qu'il faut disposer autour de chaque cep, ou par chaque mètre carré, une excavation carrée à fond plat, de dix à quinze centimètres de profondeur sur soixante centimètres de côté, et répandre sur la surface la dissolution d'abord et l'eau ensuite.

« Lorsque le sulfocarbonate et l'eau sont absorbés, on recouvre le fond de l'excavation d'une couche de coaltar grossière-

ment divisé par une matière ou engrais spongieux. On laisse sur les bords de l'excavation la terre relevée en talus, jusqu'à la première façon à donner à la vigne.

« Les propriétaires des vignes menacées, mais non atteintes encore, pourront se contenter de répandre sur le sol le produit spongieux coaltarisé, sciure de bois ou autre ; c'est le préservatif le mieux indiqué qu'on puisse conseiller contre l'invasion des Phylloxeras émigrants et surtout contre celle des Phylloxeras ailés.

« Le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, président de la commission,

« DUMAS. »

Telles sont les *Instructions* rédigées par la commission de l'Académie des sciences. Comme nous le disions plus haut, le sulfocarbonate de potassium a été expérimenté très-attentivement dans le département de l'Hérault, pendant la campagne viticole de 1875, et les résultats ont été variables, donnant ici de bons effets, échouant ailleurs.

Ce qui est certain, c'est qu'un découragement profond règne en ce moment dans les départements de l'Hérault, de l'Aude et du Gard. En présence des résultats si divers fournis par le sulfocarbonate de potassium et les autres insecticides, il ne reste d'autre ressource que les plants américains, qui seraient, à ce que l'on assure, inattaquables par le Phylloxera. Mais ce point est loin d'être établi, et l'expérience n'a point prononcé sans réplique sur la résistance de ces ceps étrangers à l'attaque du puceron. Aussi les viticulteurs de l'Hérault ont-ils à peu près renoncé à combattre le mal. Dans toute l'étendue de ce département, qui est, comme on le sait, le plus grand centre de production du vin de la France et du monde entier, on a abandonné la lutte. Les vignes, une fois détruites par le Phylloxera, ne sont pas replantées. On les remplace par des céréales. Mais cette substitution de culture est une ruine pour le pays, car dans l'Hérault le prix de la vente du blé couvre à peine les frais de culture.

Ainsi, la vigne est gravement compromise dans son plus grand centre d'exploitation. Dans les autres régions de la France où elle est cultivée, comme en Bourgogne et dans le Bordelais, la situation est moins inquiétante. Cela tient à ce que la vigne occupe dans ces régions des espaces beaucoup moins grands que dans le midi de la France, que les vignes sont espacées, séparées par d'autres cultures, et que le cheminement de l'insecte souterrain est ainsi rendu plus difficile. Mais il est fort à craindre que ces régions ne soient à leur tour attaquées, de sorte que l'avenir de la viticulture en France se présente sous les plus sombres couleurs.

2

Mesures proposées pour prévenir en France l'invasion des insectes *doryphores*.

Les pommes de terre sont sujettes à d'autres maladies que celles que nous connaissons en Europe. En Amérique, un insecte, le *Doryphore*, occasionne de grands ravages à la culture de ce tubercule. M. Milne Edwards a lu, sur ce sujet, un rapport à l'Académie des sciences, au nom d'une commission qui avait été nommée, sur l'invitation du ministre de l'agriculture et du commerce. Cette commission avait à statuer sur la nature des dégâts causés par le *Doryphora decemlineata*, sur le danger de l'introduction de cet insecte en France, et sur les mesures législatives proposées pour prévenir cette désastreuse importation. L'examen de ces questions avait été renvoyé aux sections d'économie rurale et de zoologie. Nous allons donner le résumé de son rapport.

Pour bien juger du danger que le doryphore peut faire courir à l'agriculture française, il est nécessaire de pren-

dre en considération les ravages que cet insecte a causés dans son pays natal, ainsi que sa manière de vivre et de se propager.

Le *Doryphora decemlineata* n'est pas une mouche, mais un coléoptère, de la famille des Chrysoméliens. Le genre auquel il appartient est propre à l'Amérique. C'est depuis peu d'années qu'il s'est multiplié au point d'attirer l'attention des cultivateurs.

Il semble peu probable que cet insecte puisse arriver en Europe et s'y acclimater. C'est, en effet, un gros coléoptère d'environ un centimètre de long. Il ne se fixe jamais sur les tubercules, mais bien sur les feuilles, lorsqu'il est à l'état de larve. C'est également sur les feuilles qu'il subit ses métamorphoses, et c'est à leurs dépens qu'il se nourrit, quand il est arrivé à l'état parfait. A l'époque des froids, quand les fanes de la pomme de terre se flétrissent, il descend à terre, et y reste engourdi jusqu'au retour de la belle saison. C'est en dévorant au printemps et en été la partie verte de la plante qu'il la fait mourir.

Les *Doryphores* ne pourraient donc arriver en France qu'empâtés dans des mottes de terre adhérentes accidentellement à des pommes de terre et qui seraient transportées avec ces tubercules à bord d'un navire. Il faudrait un singulier concours de circonstances pour que les individus ainsi débarqués sur nos quais pussent trouver à proximité les conditions nécessaires à leur existence et à leur multiplication.

Cependant aucun naturaliste n'oserait affirmer que les doryphores ne puissent être transportés en Europe avec les pommes de terre expédiées des États-Unis et s'acclimater chez nous. La commission ne veut donc pas se prononcer contre l'adoption des mesures prohibitives destinées à préserver de ce fléau l'agriculture française.

Elle approuverait l'interdiction temporaire de l'importation des pommes de terre provenant soit des États-Unis d'Amérique, soit des pays où pareille interdiction n'au-

rait pas été prononcée. Dans l'intérêt de notre agriculture, on ne peut qu'appuyer un vœu aussi raisonnable.

3

Invasion des sauterelles en Algérie en 1874.

La région du nord ou du Sahara est continuellement exposée à l'invasion des sauterelles. C'est du désert que viennent ces insectes, parce qu'ils ne peuvent y trouver une nourriture suffisante. Rien n'est épargné par ces phalanges dévorantes; tous les végétaux disparaissent en quelques heures dans les régions où passent ces insectes.

En 1866 l'invasion fut si générale, qu'elle fut la principale cause de la famine qui survint l'année suivante. En 1870, on détruisit 850000 litres d'œufs dans la subdivision de Médéah; le Tell fut préservé par le vent qui refoula les sauterelles vers le sud, mais l'oasis de Laghouat fut entièrement ravagée.

En 1874 l'invasion des sauterelles et des criquets fut générale dans le sud et le centre de l'Algérie.

C'est des cercles de Laghouat et de Géryville que vinrent les premières sauterelles volantes. En avril, elles prenaient leur origine dans le Sahara et se dirigeaient au nord-est et au nord-ouest. Une nuée de ces animaux s'abattit sur El-Micha, et bientôt on les vit en quantités immenses à Aflou. En moins de quarante-huit heures, et malgré tous les efforts des indigènes, les récoltes de sept tribus de l'annexe furent toutes anéanties.

Le 11 avril, une violente tourmente survint heureusement; l'eau tomba à flots, la neige, les giboulées tombèrent en abondance; les sauterelles furent arrêtées dans leur travail de dévastation, et les locustes dispersées en tous sens. Cependant ces bandes durent pondre partout et l'on prévit, pour la première moitié du mois de mai, une énorme éclosion de criquets.

L'invasion s'effectuait vers le 6 avril, au sud de la subdivision de Mascara à Frendah, vers le Djebel-Nador, au sud de Tiharet. Les dégâts furent grands sur les rives de l'Oued-Sebgague. Les bandes se dirigeaient du sud-est au nord-ouest. En même temps, l'apparition des sauterelles se montrait inquiétante à Géryville et dans la région des Ksours. Des bandes énormes arrivaient chez les Mahéma et chez les Ouled-Sidi-Tifour.

On organisa alors un service de surveillance. Des postes devaient donner l'alarme, afin de permettre aux tribus de se porter dans les cols où la destruction est plus facile que dans la plaine.

De tous les points du Sahara les sauterelles volantes arrivèrent, dès la première quinzaine du mois d'avril; elles garnirent toute la lisière sud de l'Algérie. Elles s'arrêtèrent pour pondre dans les terrains sablonneux entrecoupés de ravins et abrités des vents du nord, au nord de Biskra, sur la route de Batna, ainsi qu'à l'ouest sur la route d'Oumache dont le terrain est aussi aride. On fit immédiatement des fouilles pour détruire les œufs déposés; mais on ne pouvait arriver ainsi à opérer une destruction totale : aussi, dès le 16 mai, les criquets parurent assez nombreux aux environs de Biskhra; ils arrivèrent dans cette dernière localité le 23; le jour suivant ils pénétrèrent dans les plantations.

Le Hadna vit les sauterelles au milieu d'avril. Elles causèrent de grands dégâts en différents points, notamment dans la subdivision de Médéah. Les indigènes parvinrent à préserver une partie de leurs récoltes, en faisant la moisson plus tôt que d'habitude. Malgré la destruction des œufs qu'on fit en mai, de nombreux criquets parurent. Heureusement la moisson était achevée et les céréales encore sur pied étaient devenues trop dures pour pouvoir être entamées. Les cultures potagères ne purent être préservées.

Vers le commencement de juin, les environs de Géryville étaient infestés de criquets qui détruisirent les récoltes

complétement. Tous les jardins de Laghouat ont été détruits par cette invasion; presque tous les arbres perdirent leurs feuilles. Après la dévastation, l'avalanche disparut tout à coup. On leur fit une guerre terrible; un grand nombre fut détruit dans les fosses creusées à la hâte. Les criquets marchant en colonnes serrées, du sud au nord, périrent dans les bas-fonds salés des chotts de l'est. Sur la route de Mascara au Sig, les jardins d'El-Hammam furent dévastés.

Les criquets étaient si nombreux, au milieu du mois de juin de la même année, sur le chemin de fer d'Orléansville à Blidah, qu'on fut obligé de leur faire la chasse, pour rendre possible le passage des trains. Les locomotives patinaient sur les rails enduits de cette pâte gluante.

La région sud de l'Algérie (Géryville, Laghouat, le Djebel-Amour) a été plus maltraitée que les autres régions. Les ravages ont été localisés en grande partie, mais l'invasion a eu lieu dans toute l'Algérie avec une intensité variable. L'éclosion tardive des œufs, c'est-à-dire l'apparition tardive des criquets, est surtout la cause principale qui a empêché les dégâts d'atteindre des proportions énormes.

4

Les nuages artificiels pour prévenir les effets des gelées printanières.

La production des nuages artificiels, pour prévenir les effets de la gelée résultant des froides matinées de printemps, est depuis plusieurs années l'objet de l'étude des viticulteurs. Les conséquences des gelées tardives sont tellement désastreuses, que tous les efforts doivent tendre à nous protéger contre ce fléau. M. G. Pinard a fait sur ce sujet, en 1875, quelques expériences dont nous ferons connaître le résultat.

La question est assez complexe. Il faut d'abord produire beaucoup de fumée; ensuite il faut la produire en temps utile, avec le moins de main-d'œuvre possible et à très-bas prix.

Le goudron de gaz a paru à M. G. Pinard le combustible réunissant le mieux les conditions voulues. Son prix n'est pas trop élevé (4 francs les 100 kilogrammes pris à l'usine); il est grand producteur de fumée et s'enflamme facilement.

M. Pinard s'est d'abord servi des godets en tôle proposés par M. Auzolle. Mais ces godets sont trop petits, et il est fort difficile avec un personnel restreint de renouveler le goudron. Des vases plus grands de cinq à six litres, en tôle ou en fonte de fer, ont été essayés, mais leur prix est trop élevé. C'est alors que M. G. Pinard eut l'idée de supprimer les vases et de faire brûler directement sur la terre le goudron, associé à d'autres matières. Cet essai a parfaitement réussi.

Deux substances faciles à se procurer, et d'un prix insignifiant, lui ont paru convenir parfaitement pour cet usage : la balle de blé et la sciure de bois un peu humide.

Voici comment on opère. Le goudron est versé sur la balle de blé ou la sciure de bois, et incorporé avec ces matières au moyen d'un pelletage énergique, de manière à enrober chaque balle de blé ou chaque fragment de sciure de bois d'une pellicule de goudron. On fait le mélange dans une cour, à proximité du réservoir à goudron. Quand le mélange est terminé, on en fait une grosse meule conique, afin de pouvoir la transporter dans la vigne au moment voulu.

L'avantage de ce procédé est de pouvoir préparer ses feux d'avance. Après quinze jours d'exposition à l'air, malgré des alternatives de soleil et de pluie, le mélange brûle et s'allume encore d'une manière satisfaisante. Arrivé au lieu où doit s'opérer la combustion, on forme des tas d'environ 60 centimètres de diamètre, espacés de 15

centimètres. Chaque tas contient environ 8 litres de goudron, et peut brûler, par une nuit calme, pendant trois heures et demie.

Les moyens de produire de la fumée étant assurés, il faut pouvoir la produire en temps utile. Les indications que l'on tire, au moment du coucher du soleil, de l'état du ciel et du thermomètre, sont précieuses, mais incomplètes; il faut pouvoir être prévenu de l'abaissement de la température pendant la nuit.

Pour cela, M. G. Pinard a fait construire un thermomètre faisant agir une sonnerie. Cet appareil très-simple avertit de l'arrivée de la température à un degré du thermomètre déterminé d'avance. Il sonne, pour ainsi dire, l'alarme, et donne avis de la nécessité de produire des nuages de fumée.

Les moyens de préservation qui viennent d'être indiqués paraissent très-suffisants, et il serait à désirer que les cultivateurs les missent en pratique. Tous les ans, vers la fin du mois d'avril, ou durant la première quinzaine du mois de mai, les vignerons sont dans des transes continuelles. Ils s'attendent, chaque matin, à voir une partie de leurs cultures détruite par la gelée blanche. On pourrait croire que, depuis qu'on a préconisé les nuages artificiels comme un moyen excellent d'empêcher les gelées blanches en s'opposant au rayonnement nocturne de la terre vers l'espace céleste, les cultivateurs se sont empressés de mettre à profit un procédé qui n'offre aucune difficulté sérieuse. C'est à peine pourtant si, dans quelques localités, un petit nombre d'essais ont été tentés. Le moment est venu, il nous semble, de s'occuper sérieusement de ce moyen de préservation, commode, à la portée de tout le monde, et dont l'efficacité a été mise hors de doute par un grand nombre d'expériences en différents pays.

5

Les forêts en Europe

L'énorme développement qu'a pris en Europe le déboisement, pendant notre siècle, ressortira des chiffres que nous allons donner.

Malgré l'abondance du chêne en Suède, en Norvége, en Suisse et en Russie, cet arbre diminue en Europe dans les proportions respectives de la moitié pour le premier de ces pays, du quart pour le second, du sixième pour le troisième, et de 780 000 milles carrés de terrain pour le dernier.

En France, la consommation du chêne a plus que doublé depuis cinquante ans. On emploie maintenant chez nous 15 000 000 de pieds cubes de bois de chêne par année, pour les fûts à vin seulement, sans compter 750 000 pieds cubes pour la construction, 600 000 pour *bois flotté*, et 150 000 pour les voitures des chemins de fer.

En 1826, on importait en France pour 20 000 000 de francs de chêne; l'importation atteint maintenant le chiffre de 125 000 000, sans compter nos forêts, qui recouvrent 612 720 hectares.

En Russie, les forêts occupent 190 074 159 hectares. Celles de la Norvége et de la Suède recouvrent 30 509 600 hectares. Celles de l'empire austro-hongrois s'étendent sur 14 721 717 hectares; celles de la Roumanie ont une surface de 8 000 000 d'hectares; celles de l'Italie, 5 025 893; celles de l'Espagne, 4 747 059; celles de la Suisse, 786 900; celles du Portugal, 561 000; celles de la Belgique, 434 896, et celles de la Grèce, 350 770. Tous ces chiffres donnent l'immense total de 270 108 376 hectares. Les forêts austro-hongroises exportaient, en 1865,

environ 1 900 000 mètres cubes, ayant une valeur de 25 000 000 de francs. L'empire d'Allemagne exporte annuellement 268 338 400 marcs de bois.

On estime la production annuelle du bois en France à 20 000 000 de mètres cubes, sur lesquels il y a 18 000 000 de bois à brûler. La consommation totale du bois à brûler s'élève à 55 000 000 de mètres cubes, sur lesquels 45 000 000 de bois à brûler; la différence annuelle de 35 000 000 de mètres cubes reste donc à combler. Cette différence a coûté 70 000 000 de francs en 1855; dix ans après elle coûtait 157 000 000, dont il faut retrancher 31 000 000 pour l'exportation des bois français.

La valeur des forêts de la Russie d'Europe est de 160 000 000 de roubles par an.

La Finlande est assez riche en forêts de pins.

Les forêts du gouvernement d'Uleaborg sont estimées 6 776 719 *tonnelands*, soit 7 454 390 000 mètres carrés. Si ces bois étaient convenablement exploités, ils pourraient produire 3 310 000 pieds d'arbres tous les ans.

Dans le gouvernement de Wasa, on saccage les forêts sur une grande surface; mais il y existe encore de belles et vastes forêts recouvrant 285 765 tonnelands et pouvant fournir 240 000 pieds d'arbres chaque année. La forêt royale seule du gouvernement de Viborg recouvre une étendue de 127 107 tonnelands.

L'étendue entière des terres de la Finlande recouvertes d'arbres est évaluée à 21 418 635 tonnelands, ce qui fait 1 000 900 milles géographiques carrés.

L'exploitation ne s'en fait pas régulièrement. Il faut dire aussi que les moyens de transport sont imparfaits : c'est pourquoi le revenu que le gouvernement en tire n'est que de 1 700 000 francs.

En Italie, les forêts sont ainsi réparties : Piémont et Ligurie, 638 316 hectares; Lombardie, 846 749; Modène, 57 186; Parme, 153 053; Toscane, 634 355; anciens États du Pape, 427 272; Naples, 1 097 927; Sicile, 125 513; Sardaigne, 1 045 022. Ce qui donne le total de 5 025 892 hec-

tares. En Italie se trouvent le sumac et l'arbre à manne, très-communs en Calabre et en Sicile.

Enfin, les forêts de l'Algérie ont une étendue de 1 440 000 hectares.

Ce qui ressort de cet exposé statistique, c'est l'énorme proportion selon laquelle s'opère le déboisement en Europe. Chacun connaît assez les fâcheuses conséquences de cette pratique pour qu'il soit inutile d'y insister. Les bois et les forêts sont indispensables pour provoquer la formation des nuages et amener les pluies, sans lesquelles toute végétation et toute culture sont impossibles. Déjà par suite de la suppression de beaucoup de forêts en Europe un changement s'est manifesté dans le régime des pluies, et cette modification ne fera que s'aggraver à mesure que les progrès de l'industrie amèneront la destruction de ces masses végétales que la nature semble avoir prodiguées dans l'intérêt de l'homme et que l'homme s'attache opiniâtrément à détruire.

6

Le bambou cultivé dans le midi de la France.

Parmi les plantes étrangères qu'on a essayé de naturaliser en France, l'une des plus utiles est « le *trésor de la Chine* », le bambou.

M. l'amiral du Quilio a envoyé au Jardin d'Acclimatation une variété particulière de bambou, qui semble devoir s'acclimater très-facilement, ainsi que deux autres espèces dues à M. Simon, consul de France en Chine.

Ces dernières, cultivées dans le Midi, aux environs de Nîmes, ont répondu à toutes les espérances, et sont employées dans l'industrie des meubles légers de fantaisie, tables, chaises, tabourets, étagères.

Ces bambous, devenus français, font actuellement

l'objet d'un commerce d'importation pour l'Angleterre.

Ce roseau est des plus rustiques et peu susceptible de sa nature; car on le trouve dans des régions où il y a cinquante degrés de chaleur à supporter, et aussi dans des contrées où les hivers sont très-rigoureux. Puis il croît très-vite; il atteint jusqu'à trente mètres de hauteur et se multiplie à l'infini.

Le bambou est la providence de la Chine : il n'est pas de village qui n'ait un ou plusieurs magasins de bambous, assortis de grosseur et de longueur. Dans chaque ferme on voit derrière la maison la plantation de bambous pour les besoins journaliers. C'est une pièce de terre ceinte d'un large fossé rempli d'eau et spécialement destinée à la culture de cette plante, dont les verts massifs servent de refuge à d'innombrables bandes de tourterelles.

Le bambou est pour le Chinois un élément indispensable. Il en fait des ponts, des conduites d'eau, des maisons, des clôtures, des nattes, du papier, de l'amadou, des parapluies, des chapeaux, des habits d'été, des oreillers, des matelas, des échelles, des meubles, des pinceaux, des cordes, des armes, des instruments de musique, des écrans, des éventails, de la vannerie, etc. Enfin, les jeunes pousses de cette plante se mangent, soit en guise d'asperges, soit en salade, soit comme assaisonnement au lieu de champignons. Le poisson gratiné au bambou est un mets fort recherché.

7

La canne à sucre cultivée en Algérie.

Dans un rapport sur la culture de la canne à sucre en Algérie, M. Hardy n'hésite pas à affirmer que cette culture pourrait être lucrative en Algérie, dans les terrains

peu élevés au-dessus du niveau de la mer, formés par des alluvions et susceptibles d'irrigation, tels que certaines parties de la Mitidja, la plaine des Issers, la vallée de Sebaoux, le bas Cheliff après l'achèvement des barrages, les plaines de la Mina et du Sig, etc., etc. L'intérêt attaché à la production du sucre en Algérie est trop évident pour qu'il soit utile d'insister sur les avantages que procurerait l'introduction définitive de cette culture dans notre colonie d'Afrique.

8

La pulvérisation des engrais et les moyens d'accroître la fertilité des terres, par M. Menier.

M. Menier, le célèbre manufacturier de Paris, dont les publications et l'active propagande sur la question de l'impôt sur le capital ont si justement ému l'opinion publique, a présenté le 1er février 1875 à l'Académie des sciences une étude intéressante sur la manière d'approprier les matières fertilisantes aux usages de l'agriculture.

Considérant que les labours sont d'autant plus efficaces qu'ils émiettent, pulvérisent davantage une plus grande épaisseur de terre arable, et que, d'autre part, les engrais, pour agir vite et donner toute leur puissance en peu de temps, doivent être préalablement très-finement pulvérisés, M. Menier a pensé que l'agriculture ferait une grande économie d'avances de capital, si l'on répandait les engrais, ou amendements, en poudre la plus ténue possible. Il a pensé, en outre, qu'il y aurait avantage à utiliser dans ce but beaucoup de forces naturelles perdues, particulièrement l'eau et le vent, d'autres fois même les animaux domestiques attelés à des manéges, lorsque les circonstances ne permettent pas de les employer à des transports ou à la culture.

Au lieu d'attendre le travail des siècles pour dissoudre la roche, M. Menier propose de la pulvériser mécaniquement pour rendre son utilité immédiate. Un intelligent emploi des agents naturels pourrait épargner la main-d'œuvre de ce travail, qui se ferait en quelque sorte tout seul. On forcerait la nature à lutter contre elle-même.

Dans des expériences qu'il a faites avec de l'eau faiblement acidulée par l'acide carbonique sur des poids identiques du même marbre réduit en fragments cubiques, dont les côtés avaient des dimensions décroissantes, M. Menier a constaté que la dissolution s'effectue en quantité d'autant plus grande dans un temps déterminé que les surfaces d'attaque sont plus considérables, ou, ce qui revient au même, que les fragments sont plus petits.

Cette remarque n'avait pas échappé à M. de Gasparin, qui, dans son *Cours d'agriculture*, conseille d'employer de préférence, dans le marnage, les marnes qui se délitent le plus facilement et le plus vite, parce qu'elles produisent plus d'effet dans un temps plus court. Si la durée d'action de la marne est alors moins longue, il n'en résulte pas moins cet avantage que le cultivateur n'a pas avancé un capital restant improductif souvent pendant plusieurs années. Ce qui n'était qu'une vue empirique pour M. de Gasparin, est devenu un fait expérimental après les recherches de M. Menier.

Les mêmes effets se reproduisent, ajoute M. Menier, avec le phosphate de chaux que l'on traite par l'eau acidulée par l'acide carbonique ou par un acide très-dilué. Il faut moins de temps pour mettre en dissolution une quantité déterminée de phosphate, lorsque ce phosphate est finement pulvérisé ou offre une surface considérable à l'action du dissolvant. C'est pour cette raison que l'agriculture préfère aujourd'hui les phosphates réduits en farine impalpable à ceux qu'on lui livrait autrefois en grains grossiers.

Les mêmes conclusions sont applicables aux feldspaths, dont l'agriculture fait usage en raison de leur richesse en potasse, ainsi qu'au plâtre, à la chaux, aux cendres diverses, et même aux engrais organiques; tels que les tourteaux, le guano, les débris de laine, etc., etc. L'agriculteur intelligent a recours empiriquement aux engrais pulvérulents plutôt qu'à ceux qui se présentent en masses plus ou moins considérables, même lorsque le dosage en principes utiles paraît être en faveur de ces derniers. Dans l'agriculture, comme en industrie, *time is money*.

M. Menier a constaté qu'on pourrait par la pulvérisation préalable réduire à la moitié et parfois au quart les doses des matières fertilisantes, sans diminuer en rien les effets qu'elles produisent. Pour montrer l'importance agricole d'un tel résultat, l'auteur a dû chercher quelles sont les dépenses que fait l'agriculture pour se procurer des engrais. Il est arrivé à cette détermination par un dépouillement complet : 1° de l'enquête spéciale faite en 1864-65 sur le commerce des engrais, sous la présidence de M. Dumas; 2° de la grande enquête agricole de 1866-67, qui n'avait jamais été résumée à ce point de vue; 3° de toutes les statistiques publiées soit en France, soit à l'étranger. On trouve les résultats de ce dépouillement dans le mémoire qui nous occupe, en ce qui concerne les *engrais complémentaires* par rapport à la terre arable, au fumier de ferme dont on dispose, et à la nature de la récolte qu'on se propose d'établir.

M. Menier classe les départements français d'après l'ordre de l'emploi plus ou moins grand qu'ils font d'engrais commerciaux, de chaux, de marne et de plâtre, par hectare cultivé. Une carte coloriée présente à l'œil, sous un jour très-frappant, l'image des parties de la France dont l'agriculture est, sous ce rapport, le plus avancée. Un tableau spécial indique aussi le rang que notre pays occupe à cet égard parmi les diverses nations européennes. La France, sous le rapport de la consom-

mation des engrais, vient après l'Angleterre, la Belgique, mais avant la Hollande, la Suisse, le Danemark, la Suède et la Norvége, l'Autriche-Hongrie et l'Italie. Elle ne se place qu'après l'Allemagne et seulement avant l'Espagne, le Portugal et la Russie.

Une autre question à résoudre, dans les recherches entreprises par M. Menier, est de savoir quelles sont les surfaces qui ont besoin d'engrais. Pour peindre aux yeux les résultats obtenus, l'auteur représenta les divers départements français par des cercles dont les rayons sont proportionnels aux racines carrées de leurs surfaces respectives. Il partage ensuite chaque cercle en secteurs proportionnels aux surfaces des terres labourables, des vignes et cultures arbustives, des prairies naturelles, des pâtures et friches, des bois et forêts, des terres improductives. D'un seul coup d'œil, on voit, par cette méthode graphique très-simple et qui n'avait pas encore été appliquée à ce genre d'étude, les départements les plus riches en cultures diverses, en vignes et en prairies, etc., etc. C'est ce que M. Menier appelle les *cercles de la richesse agricole*.

M. Menier a appliqué la même méthode graphique à la comparaison des principaux États européens envisagés au point de vue de leur étendue et de la répartition de leurs surfaces en terres productives et improductives. Ces représentations graphiques seront certainement employées avec utilité dans l'enseignement, pour fixer les idées sur les rapports de la fortune agricole des peuples.

La pulvérisation des matières propres à servir d'engrais ou d'amendement aux terres cultivées est une question d'une importance fondamentale pour l'avenir de l'agriculture, dans le monde entier. C'est ce qui nous engage à insister sur le travail de M. Menier, qui a produit du reste une très-grande impression dans le monde agricole et économique.

Nous trouvons cette question envisagée sous le point

de vue pratique, dans un document qui émane de l'auteur. M. Menier, dans une lettre ayant pour titre : *De la pulvérisation des engrais et des moyens d'accroître la fertilité des terres*, lettre adressée à un agriculteur de Seine-et-Marne, M. Belin, vice-président de la Société d'agriculture de Melun, développe ses idées dans les termes suivants :

« Vous me demandez quelques explications relatives à mon mémoire sur la *Pulvérisation des engrais et sur les moyens d'accroître la fertilité des terres* que M. Dumas a présenté le 1er février à l'Académie des sciences. Je m'empresse de vous répondre.

Le problème que se pose tout producteur est d'obtenir *un maximum d'effet dans un minimum de temps avec un minimum d'effort.*

« Personne ne contestera, je pense, que telle doit être la donnée du problème en agriculture aussi bien qu'en industrie. L'idéal de l'agriculteur est évidemment de dépenser le moins d'engrais possible pour obtenir la récolte la meilleure et la plus abondante possible.

« Il s'agit d'atteindre ce but ; et pour l'atteindre, il y a un moyen extrêmement facile, dont on ne s'est pas avisé jusqu'à présent, par cette excellente raison que toujours c'est en dernier lieu qu'on aperçoit la solution la plus simple des questions les plus complexes.

« On a reconnu que les engrais minéraux, surtout la marne, le phosphate de chaux, le plâtre, sont fort utiles ; seulement, dans les conditions actuelles, leur emploi est dispendieux ; il faut en mettre des quantités considérables dans le sol et attendre que les phénomènes atmosphériques les délitent pour qu'ils deviennent ensuite solubles ; il faut les acheter et les amener ; ce sont des frais énormes. L'effet ne se produit que lentement, sur une période de dix, vingt, trente ans. Pour atteindre cet effet, il faut de grandes avances auxquelles chacun voudrait se soustraire.

« Il y a encore des engrais minéraux qu'on a en abondance, mais dont on ne se sert pas, parce qu'on ne connaît pas encore la manière de s'en servir. Tel est le feldspath, par exemple, qui se trouve presque partout, mais qu'il faudrait pouvoir rendre assimilable, afin que sa potasse, tout au moins, pût entrer dans l'organisation des végétaux.

« Eh bien, la pulvérisation des engrais minéraux, dits *amen-*

dements ou *engrais complémentaires*, est le moyen à l'aide duquel on peut atteindre les deux résultats suivants :

« 1° Obtenir un effet immédiat d'une petite quantité d'engrais minéraux qui, en morceaux et en blocs, ne peuvent être employés qu'en grandes quantités, et dont l'effet ne se produit que lentement;

« 2° Rendre utile des engrais minéraux qui, en masse, ne sont pas assimilables.

« La pulvérisation résout ce problème.

« Nul n'ignore que la pulvérisation produit des variations sensibles dans le goût, l'odeur, la couleur des corps, en modifie les propriétés physiques et chimiques, et rend plus facile toute réaction chimique.

« Souvent un corps presque insoluble pris en bloc devient soluble réduit en poudre. En 1775, Changeux, comme l'a rappelé M. Chevreul, et, depuis, Pelouze, ont démontré que tel était le cas du verre. De même, le feldspath réduit en poudre fine est attaqué par l'eau et lui cède la potasse, ainsi que l'a prouvé M. Daubrée.

« Les phosphates fossiles, après pulvérisation, se laissent facilement attaquer par l'eau, par les dissolutions acides, alcalines, par le purin.

« Les scories des forges, qui sont le plus souvent un grand embarras, pourraient, réduites en poudre, être utilisées pour l'amendement des terres.

« Je connaissais ces faits. J'ai toujours été familier avec les questions de pulvérisation. Mon père, en 1816, a créé, comme vous le savez, la pulvérisation mécanique des matières propres aux arts, à l'industrie et à la pharmacie. Depuis, à Noisiel comme à Saint-Denis, j'ai continué, jusqu'à 1868, la fabrication des poudres impalpables.

« Il y a longtemps que mon attention avait été appelée sur l'utilité que l'agriculture pourrait retirer de la pulvérisation de certaines matières. En 1849, je faisais avec Persoz des expériences sur le broyage des phosphates de chaux et des silicates de potasse, afin de les appliquer à la culture de la vigne.

« De ivers côtés, dans ces dernières années, on a commencé sur une grande échelle des essais de pulvérisation des phosphates fossiles sans en voir les conséquences; je ne comprenais pas non plus toutes les conclusions scientifiques du problème, lorsque, en me livrant à des études économiques, je m'aperçus qu'il y avait un facteur qu'on négligeait beaucoup trop : c'est le TEMPS.

« Le temps est le plus grand obstacle qui existe entre nos besoins et leur satisfaction.

« Je vis alors qu'il fallait avant tout augmenter la rapidité de la circulation, *la circulation* représentant *l'ensemble des phénomènes divers à l'aide desquels s'opère la transformation des divers capitaux* dans la production de la richesse.

« J'arrivai à cette formule : *La production est en raison géométrique de la rapidité de la circulation.*

« J'ai appliqué cette formule aux questions d'engrais. Si avec moitié moins d'engrais j'obtiens en moitié de temps un effet égal, le produit sera quadruple. J'aurai gagné d'un côté sur le temps et d'un autre côté sur la quantité.

« Si, au lieu d'être obligé de jeter dans mes terres des masses d'engrais qui ne me produiront d'effet que dans une période de vingt ans, je n'ai besoin d'employer à la fois que la quantité d'engrais nécessaire à une année pour obtenir un effet immédiat, qu'on juge de l'avantage que j'aurai !

« La pulvérisation des engrais repose sur cette idée fondamentale : La dissolution a lieu proportionnellement aux surfaces du solide en contact avec le liquide actif. La pulvérisation a pour but de multiplier indéfiniment ces surfaces.

« Tout le secret est là.

« On sait que l'emploi des engrais minéraux est surtout utile dans des pays pauvres, dont les propriétaires, souvent grevés d'hypothèques, ne peuvent faire de grandes avances.

« Une haute autorité scientifique me disait dernièrement : Quelles économies auraient été faites si on eût appliqué le système de la pulvérisation aux marnes qu'on a jetées dans la Sologne !

« On cherchait à diminuer les frais de transport, à faire crédit aux cultivateurs ; les intentions étaient certes fort bonnes ; mais l'emploi des marnes n'en restait pas moins fort restreint, fort dispendieux surtout pour les propriétés éloignées des gares.

« Avec la pulvérisation des engrais, on achète la quantité précise d'engrais pour que l'effet utile se produise immédiatement Le volume et le poids étant réduits ainsi, on peut le transporter à de bien plus grandes distances et supprimer les avances onéreuses à longues échéances.

« Mieux vaut tard que jamais. Nous avons d'immenses réserves d'engrais minéraux dont on n'use pas en ce moment, parce que l'effet qu'ils pourraient produire ne serait pas assez immédiat. La pulvérisation permettra d'en tirer parti.

« L'illustre secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, M. Dumas, résumait, à propos de mon travail, l'importance de cette question dans les termes suivants; je ne saurais mieux faire que de les reproduire :

« La pulvérisation rend l'effet des engrais immédiat. Ne « comptez pas sur le temps pour les pulvériser; pulvérisez-« les vous-même. L'avance que vous épargnerez en capital « suffira et au delà pour représenter par les intérêts les frais « de broyage dans nombre de cas. Les moulins à vent et à « eau, qu'on abandonne comme moulins à huile, reprendront « leur valeur comme moulins à engrais. — Les minerais phos-« phatés ou potassiques, inefficaces en masse, deviendront « fertilisants. »

« Personne ne conteste les bons effets de la pulvérisation. Les expériences que j'ai faites et qui sont consignées dans mon mémoire présenté à l'Académie des sciences sont décisives. Il s'agit donc tout simplement de donner de la valeur à quantité de roches sans emploi, en rendant la pulvérisation, à l'aide de forces mécaniques inutilisées jusqu'à présent, un moyen général et pratique.

« J'avoue qu'en ce moment je suis un peu embarrassé du bon accueil fait à cette idée. Je ne trouve pas une objection à mon mémoire présenté à l'Académie. Au contraire. Tout le monde est d'accord sur l'excellence de la pulvérisation; et c'est cette excellence de pulvérisation qu'on me reproche. — Que venez-vous parler de la pulvérisation? dit l'un. Mais on en a toujours fait. Mais nous en faisons tous les jours. Voyez les dents, ce sont des appareils à pulvériser. Voilà une preuve certaine que la pulvérisation n'est pas nouvelle. Et du reste on applique la pulvérisation à l'agriculture depuis qu'on laboure.

« Ces titres de noblesse de la pulvérisation, — si les meilleurs titres sont les plus anciens, — sont suffisants pour réfuter ce grand argument des routiniers qu'ils font valoir avec tant de persistance contre l'impôt sur le capital : Cela ne s'est jamais fait. Dans le cas actuel, puisque cela s'est toujours fait, nulle raison pour ne pas continuer à le faire.

« Cet accord n'est pas moins excellent; si tout le monde est d'accord sur les bons effets de la pulvérisation, il n'y a donc plus qu'à s'en servir.

« Tout ce que je regrette, c'est qu'on n'en ait pas plus tôt généralisé l'usage, puisque tout le monde y pensait.

« Mais il faut bien le dire, on a fait jusqu'à présent de la

pulvérisation d'une manière inconsciente. On ne s'était pas encore rendu compte de l'avantage réel de la pulvérisation qui permet d'obtenir en un an l'effet qu'on n'obtient autrement qu'en dix, quinze, vingt ans, etc. Ce que je demande précisément, c'est de remplacer cet empirisme par l'emploi méthodique des forces perdues à la pulvérisation de matières actuellement sans valeur. On gagne ainsi de plusieurs manières à la fois, et nous ne sommes pas si riches, nos terres ne sont pas si productives, nous n'avons pas tant de blé et de bétail qu'il nous soit permis de dédaigner cette nouvelle appropriation de tant d'agents naturels.

« Le progrès matériel ne consiste pas en autre chose qu'à découvrir dans la matière, au moyen de la science, des utilités inconnues précédemment.

« Aujourd'hui nous attendons l'action des phénomènes atmosphériques pour désagréger, déliter les engrais minéraux que nous apportons ou qui se trouvent dans nos terrains.

« Il faut remplacer cette action lente et variable par une action mécanique rapide et certaine qui aide l'atmosphère dans son travail de désagrégation.

« Nous avons demandé ensemble, mon cher collègue, lors de nos dernières sessions du conseil général, la création de stations agronomiques dans Seine-et-Marne. La pulvérisation des engrais leur donne une nouvelle importance. La plupart des cultivateurs ne s'inquiètent pas suffisamment de la composition de leurs champs, des richesses des sous-sols, des gisements de matières minérales utiles à diverses profondeurs. Ces matières minérales trouvées, il faudra les utiliser. Les stations agronomiques désigneront aux agriculteurs quels éléments manquent à tel et tel sol, et quels corps ils pourraient utilement pulvériser.

« Un de nos *desiderata* est que, dans chaque mairie, on affiche un tableau contenant l'analyse du sol et du sous-sol de la commune. Souvent alors on trouvera qu'un remède qu'on cherchait bien loin est à côté du mal.

« De jeunes intelligences actuellement inactives et sans emploi tourneront leurs recherches vers les études géologiques, vers la chimie agricole, afin de trouver des matières à pulvériser et, en même temps, vers les moyens de les pulvériser. On inventera des appareils divers, les uns fixes, les autres mobiles. L'industrie n'a pris son grand développement qu'à l'aide de la mécanique; il en sera de même pour l'agriculture.

« Agréez, mon cher collègue, la nouvelle assurance de ma considération la plus distinguée. MENIER.

ARTS INDUSTRIELS

1

Disposition nouvelle proposée pour les magasins à poudre.

Le ministre de la guerre a consulté l'Académie des sciences sur un nouveau plan de construction proposé pour les magasins à poudre. On voudrait enfermer les poudres dans des magasins souterrains, afin de les mettre à l'abri des projectiles ennemis. Il faudrait seulement, avec cette disposition nouvelle, établir plusieurs cheminées d'aérage, pour faire communiquer la salle des poudres avec l'air extérieur, et produire ainsi une ventilation naturelle, capable d'entretenir la poudre dans un état de siccité convenable, sans jamais l'échauffer. Ces cheminées, partant des voûtes, aboutiraient au sommet du monticule formé par les terres qui doivent surmonter l'édifice souterrain et le protéger contre les effets des projectiles.

Le ministre de la guerre a demandé à l'Académie des sciences si ces cheminées ne constitueraient pas un danger en temps d'orage, malgré la protection qui serait d'ailleurs exercée par les paratonnerres construits d'après les indications de la commission académique de 1867.

La même commission, consultée de nouveau, a, par l'organe de M. Fizeau, son rapporteur, émis l'avis que nous allons résumer :

Les cheminées de ventilation que l'on songe à établir

ne seront pas un danger en temps d'orage, ou une cause d'explosion pour les poudres, mais à la condition que les paratonnerres exercent leur action sur la construction tout entière, en y comprenant le monticule de terre, et l'extrémité supérieure des cheminées.

Dans certaines circonstances, lorsqu'il est impossible d'atteindre une nappe d'eau sous-jacente intarissable, ou bien lorsqu'on ne peut aller chercher cette nappe d'eau qu'à une distance qui exposerait les conducteurs à la malveillance (ce qui revient à dire lorsqu'il n'existe pas au-dessus du magasin à poudre de paratonnerres efficaces), les cheminées de ventilation pourraient présenter quelque danger. En effet, dans les temps pluvieux, les parois intérieures de ces cheminées seraient recouvertes d'humidité, et la vapeur d'eau conduirait facilement l'électricité qui accompagne les orages. Lorsqu'un magasin à poudre sera dépourvu de paratonnerres, on devra donc s'abstenir de les pourvoir d'une cheminée de ventilation.

La commission recommande d'éviter l'emploi de pièces métalliques dans la construction de ces cheminées ventilatrices. On pourrait remplacer les treillis et grilles métalliques, placés aux extrémités des cheminées, par des grillages en bois.

On recommande encore de ne pas entourer d'une bordure métallique les caisses, de la contenance de 50 kilogrammes, destinées à renfermer les poudres, et qui, au nombre de plus de mille, rangées sur deux piles parallèles, embrassant une étendue de 16 mètres de long sur 1 mètre 60 de large, doivent former la provision du magasin à poudre. Les caisses destinées à renfermer la poudre doivent être uniquement en bois, pour éviter toute possibilité d'effet électrique.

2

Appareil nouveau pour titrer l'alcool des vins.

M. Malligaud a construit, pour doser l'alcool des vins, un appareil nouveau sur lequel M. Paul Thenard a fait un rapport favorable à l'Académie des sciences.

Le principe de cet instrument, c'est la constatation du point d'ébullition du vin. De cette observation on conclut son degré alcoolimétrique. Seulement, il faut, pour observer rigoureusement ce point d'ébullition, des précautions nombreuses et un appareil assez délicat, dont nous allons donner la description.

Huit pièces principales composent l'instrument nouveau imaginé par M. Malligaud. Le pied est une sorte de champignon renversé, avec une tige de 8 à 9 centimètres de longueur, pour supporter l'appareil. Une bouillotte, ayant la forme d'un tronc de cône renversé, de 3 centimètres de diamètre en bas sur 14 centimètres de haut, est fixée sur la tige du pied. On la chauffe au moyen d'un thermosiphon, chauffé lui-même par une lampe. Le thermosiphon est composé d'un tube de laiton ayant 7 à 8 millimètres de diamètre intérieur, courbé en cercle ; ses deux extrémités sont soudées au bas de la bouillotte à deux hauteurs inégales.

Pour régler la flamme de la lampe à alcool en laiton, sa mèche en coton est saisie dans un tube de toile métallique. On place la lampe sous le thermosiphon, au point le plus éloigné de la bouillotte ; elle ne chauffe que sur une très-petite partie de la circonférence. On restreint encore l'action de la flamme et on la protége contre les courants d'air en engageant le bout de la mèche sous une petite hotte à travers laquelle passe le cercle du thermosiphon. Le tirage est activé par une cheminée qui surmonte la hotte.

Dans cet appareil, les vapeurs condensées font sans cesse retour au liquide bouillant; le titre se maintient pendant plusieurs minutes, temps plus que suffisant pour observer le point d'ébullition. Ce résultat est obtenu en tenant la bouillotte close par un couvercle mobile permettant de le fermer quand on opère, et de l'ouvrir lorsque, après avoir opéré, on veut changer le liquide.

Ce couvercle n'est qu'une plaque épaisse de laiton qui se visse sur la bouillotte et lui sert de bouchon. Cette plaque est percée de deux trous, l'un central, où passe la tige du thermomètre, l'autre excentrique et taraudé, sur lequel se visse le tube du réfrigérant dans lequel les vapeurs se condensent.

Deux tubes concentriques composent le réfrigérant : l'un a 6 à 7 millimètres de diamètre intérieur et se visse sur le trou du couvercle; l'autre a 4 centimètres et se relie au premier par le bas.

L'eau froide destinée à la condensation est reçue par l'anneau formé par les deux tubes. Le tube central traverse le couvercle et vient s'ouvrir en bec de flûte à la partie supérieure de la bouillotte, afin de faciliter la rentrée de la vapeur condensée.

Le thermomètre est rendu très-sensible par son réservoir, qui est assez grand pour donner 10 à 12 millimètres de longueur à chaque degré.

A 3 ou 4 centimètres au-dessus du couvercle, la tige du thermomètre se recourbe à angle droit et devient horizontale; c'est dans cette partie que les indications données sont utiles. Elles sont comprises entre zéro alcoolique, répondant au point d'ébullition de l'eau sous la pression du moment, jusqu'à 25 degrés. Ce thermomètre est soutenu par une attache sur une forte règle en cuivre rivée au couvercle.

Un tube de cuivre, percé latéralement de nombreux trous qui donnent accès au liquide dans lequel le réservoir doit toujours être plongé, protége le réservoir et la portion de la tige la plus proche, contre les chocs auxquels ils sont

exposés. A sa partie supérieure, ce tube est solidement vissé au couvercle.

Le thermomètre n'indique que les degrés alcooliques. Ces degrés sont fort différents en longueur; ils sont inscrits sur une réglette parallèle à la tige et qui est appliquée à glissement contre la règle principale servant de support au thermomètre. Cette disposition est due à ce que, le zéro alcoolimètre correspondant au degré d'ébullition de l'eau, il faut, chaque fois que le baromètre varie, ramener à ce point le zéro alcoolimétrique.

Un petit curseur a été établi pour aider à raccorder le point d'ébullition de l'eau ou des liquides alcooliques que l'on veut titrer, avec les degrés marqués sur la réglette. On amène ce curseur au point où le mercure s'arrête, et il marque le degré alcoolique correspondant.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil.

On verse dans la bouillotte de l'eau ordinaire jusqu'au niveau d'un trait qui y est marqué intérieurement; on visse le couvercle; on ajoute le réfrigérant, d'abord rempli d'eau froide; on allume et on met la lampe en place. L'eau bout après dix minutes écoulées. On amène alors le curseur au droit du point où s'est arrêté le mercure, en vérifiant si ce point reste stable. On fait alors glisser la réglette de manière à faire correspondre la ligne marquée zéro avec le point d'ébullition, et on la fixe solidement en enforçant sur l'écrou à oreille destiné à cet usage. On démonte ensuite l'appareil, on jette l'eau de la bouillotte, on lave avec du vin à titrer, et on la remplit de ce vin; on recommence sans toucher à la réglette. Lorsque l'ébullition a lieu, on ramène le curseur au point où le mercure s'est arrêté dans le thermomètre; on lit le chiffre indiqué par ce curseur sur la réglette : c'est le titre alcoolimétrique du vin.

A chaque changement de liquide, il faut nécessairement renouveler l'eau froide du réfrigérant. Le mercure du thermomètre n'est pas absolument fixe, parce que la vapeur condensée ne revient que par saccades régulières à la

bouillotte. Quelque petite que soit la diminution de chaleur due à chaque rentrée, la sensibilité du thermomètre est assez grande pour marquer chaque pulsation qui en résulte. Leurs limites sont très-restreintes.

Un tirage de vin dure au plus une demi-heure et n'exige que 100 centimètres cubes de liquide.

Les observations faites avec l'*ébullioscope* de M. Malligaud ont conduit à ces conséquences :

1° Si la plupart des matières fixes et solubles retardent le point d'ébullition d'un liquide alcoolisé, il en est qui l'abaissent sensiblement.

2° Les matières composant le vin sont toujours réunies dans ce liquide en proportions diverses.

3° Pour les vins de table qui ont fini de fermenter, ces matières sont assez bien compensées pour que le point d'ébullition corresponde à celui de l'eau alcoolisée au même degré.

4° Avec les vins de liqueurs et ceux dont la fermentation est inachevée, le degré d'ébullition est avancé; mais, en recoupant ces vins avec l'eau en quantité convenable, on fait toujours disparaître cette anomalie.

5° Dans les plus mauvaises conditions, on ne commet pas une erreur de plus d'un sixième de degré, et dans la majorité des cas on est sûr du vingtième.

D'après M. Thenard, l'ébullioscope fournirait le meilleur procédé connu jusqu'ici pour titrer l'alcool des vins.

3

La bière concentrée.

On a mis récemment en pratique un procédé de *concentration de la bière*, semblable à celui qui est en usage pour la concentration du lait. Cette idée vint à M. E. Lockwood, après qu'il eut connaissance des résultats

obtenus par les compagnies suisses et anglaises dans la fabrication du lait concentré.

Pour obtenir la bière concentrée, on fait évaporer ce liquide dans le vide, jusqu'à ce qu'on l'ait débarrassé en grande partie de son eau et de son alcool, et qu'il soit réduit à l'état visqueux, à la consistance de la mélasse ou du lait concentré. L'alcool et l'eau se dégagent en vapeur, que l'on condense dans un récipient faisant suite à l'appareil d'évaporation. On obtient l'alcool en distillant de nouveau le liquide réuni dans le condenseur, et si l'appareil de rectification fait suite aux précédents, toute l'opération peut être effectuée en une seule fois.

La bière est réduite, par cette évaporation, au huitième ou au douzième de son volume primitif, suivant sa force originelle, et comme la fermentation est arrêtée par la chaleur qui a été employée, le mélange condensé se conserve parfaitement pendant un temps fort long dans tous les climats.

Le moyen de refaire la bière, c'est-à-dire de reconstituer le mélange pour la boisson, se réduit à lui restituer le volume d'eau qu'on lui a enlevé, et à remettre en train la fermentation par l'addition d'une petite quantité de levûre. Après quarante-huit heures, la bière peut être soutirée et servir à la consommation, ou bien elle peut être mise en bouteilles en la chargeant d'acide carbonique avec un des appareils qui servent à fabriquer les eaux gazeuses.

Le procédé de M. Lockwood diffère entièrement de ceux que l'on emploie pour produire de la bière avec du moût solidifié ou condensé, procédé breveté en Angleterre. Le moût, sous toutes les formes qu'il peut prendre, n'est qu'un extrait de malt et de houblon qui n'a pas encore été converti en bière par la fermentation, tandis que la bière sur laquelle on opère ici est celle qui a fermenté et qui a toutes les propriétés de la bière ordinaire.

Ce nouveau procédé a une grande importance pour

le commerce d'exportation de la bière. La valeur des bières exportées annuellement d'Angleterre représente une somme d'environ 2 500 000 francs, et le coût de la mise en bouteilles, de la mise en tonneaux et de l'affrétement, est quelquefois énorme, car les barils seuls coûtent 27 francs la pièce et n'ont presque pas de valeur dans l'Inde et dans les contrées où l'on exporte la bière. La bière condensée représentant le volume d'un baril peut être réduite aux neuf dixièmes de son volume primitif, et la caisse en étain ou fer-blanc dans laquelle peut être exporté le produit, ne coûte au plus que 7 fr. 80, de sorte que l'on économise ainsi les trois quarts de l'affrétement. Les dépenses de condensation et de révivification de la bière sont insignifiantes en comparaison de celles que nous venons de mentionner.

Cette méthode a l'avantage de s'appliquer à toute espèce de bières. Les bières légères et à bon marché pourront donc être exportées à l'état condensé dans les régions tropicales et sous-tropicales, où elles pourront être facilement reconstituées. En ce moment, les bières alcooliques, et par conséquent chères, sont les seules qui puissent supporter l'exportation dans les pays chauds. Il y aurait donc avantage, pour les habitants de ces régions, à pouvoir consommer des bières légères et moins chères, qu'ils pourraient produire eux-mêmes et tirer du tonneau.

4

La *margarine*, ou *beurre artificiel*, sa composition.

Nous sommes peu partisan du *beurre artificiel* de M. Mége-Mouriès. Nous estimons qu'il n'a aucune propriété nutritive, car la graisse des animaux ne saurait remplacer le beurre extrait du lait. Cependant comme

ce produit excite quelque curiosité, nous ferons connaître la manière de le préparer.

Nous trouvons ce procédé décrit dans le recueil scientifique *les Mondes*, dans un article de M. E. Ferrand.

Voici, d'après M. E. Ferrand, comment on opère pour obtenir la margarine, ou *beurre artificiel*, que certaines ménagères substituent au beurre, ouvertement ou en cachette, en raison de son bas prix.

C'est avec la graisse de bœuf que se prépare cette matière. La première chose à faire est de neutraliser les ferments qui provoqueraient la rancidité de la graisse. Pour cela on plonge la graisse, aussitôt que l'animal est tué, dans une solution de sel marin et de sulfite de soude; on l'écrase sous des meules et on la soumet à une sorte de digestion artificielle, que l'on produit, à une température de +40 centigrades, au moyen d'une composition faite avec une moitié d'estomac de porc et du biphosphate de chaux. Lorsque la graisse est devenue parfaitement liquide et qu'elle n'offre plus de grumeaux, on l'additionne d'une plus forte dose de sel marin, et on la verse dans de l'eau à +30, qui est contenue dans des tubes en bois. C'est dans ces récipients que la majeure partie de la stéarine se dépose sous forme de petites masses mamelonnées dans le sein du liquide. Il suffit alors de placer celui-ci dans une *essoreuse* pour séparer complétement l'oléo-margarine de la stéarine.

Suivant l'inventeur, l'oléo-margarine forme déjà un beurre excellent pour la cuisine. Mais on améliore ce produit de la manière suivante. On fait macérer ensemble de la crème, du bicarbonate de soude et des tetines de vache hachées, et après après avoir passé ce mélange à travers un tamis fin, on l'ajoute, avec de la matière colorante, à la margarine. Celle-ci devient alors épaisse et prend la saveur de la crème. On la laisse refroidir, on la fait passer dans de grands cylindres pour la convertir en une masse homogène, et le produit est alors parfait. Si

le beurre doit être conservé longtemps, on remplacera la crème par de l'eau pour faire macérer les tetines.

5

Nouvelle matière propre à produire le gaz.

Le journal *le Gaz* signale une nouvelle matière ayant la propriété de fournir du gaz d'éclairage dans les conditions exceptionnelles. Cette matière, exploitée par une Compagnie anglaise, se compose des résidus provenant de la fabrication des huiles d'olive, de palme, de coco, etc. Ce produit, auquel on a donné le nom de *brai végétal*, est d'un usage assez répandu en Angleterre, dans les grandes à usines gaz, concurremment avec la houille, pour augmenter la production de gaz en volume et surtout en pouvoir éclairant. On en fait un usage journalier, en le mélangeant à la houille dans de certaines proportions. La Compagnie du Gaz du palais de Cristal l'emploie seul à la confection du gaz.

Ce produit est solide, d'un aspect brillant; il distille avec une grande rapidité dans les cornues à gaz ordinaires et ne laisse, pour ainsi dire, aucun résidu. Dans les cas urgents, quand il est nécessaire de produire une grande quantité de gaz en très-peu de temps, afin d'alimenter des consommations extraordinaires, cette faculté de distillation instantanée est très-précieuse. Son rendement en gaz est considérable, car on prétend qu'il varie de 765 à 850 mètres de gaz par tonne de matière; cependant on n'est pas encore exactement fixé sur ce point.

Quant au pouvoir éclairant du gaz ainsi produit, il a été reconnu égal à la lumière de 33 bougies de blanc de baleine, de 5 à 6 livres. Un travail fait sur cette matière par M. Reates, ingénieur, contrôleur en chef du gaz à Londres, établit même que sa lumière est égale à 12 bougies et demie.

Ce gaz, évidemment trop chargé en carbone pour être employé avec les brûleurs ordinaires, ne peut être brûlé qu'avec des becs spéciaux. Il doit surtout être utilisé à enrichir le gaz produit par les houilles de qualité inférieure ou qui ont souffert des intempéries dans le transport ou du séjour trop prolongé dans les mines.

Le gaz qui résulte de la distillation du brai végétal ne renferme en quelque sorte point de soufre. En effet, l'expérience a démontré qu'il ne contient que 0,87 de sulfure par mètre cube; on n'a donc pas besoin de l'épurer.

Sur 100 parties, le brai végétal renferme 74,40 de matières volatiles, 21,72 de carbone fixe et 3,88 de cendres.

6

Éclairage des wagons au moyen du gaz.

Sur les chemins de fer de la Silésie les wagons sont éclairés au gaz pendant la nuit. Ce système, qui est appliqué à près de 260 voitures, paraît appelé à remplacer avec beaucoup d'avantages l'éclairage par les lampes, dont on fait usage sur toutes les autres lignes.

Le gaz qui sert à l'éclairage des wagons est fabriqué dans une usine appartenant à la Compagnie du chemin de fer, par la distillation du goudron de houille. On refoule le gaz, sous une pression de six atmosphères, dans des récipients en tôle, fixés sous chaque wagon.

Les tuyaux de gaz suivent l'extérieur des voitures et amènent le gaz aux becs, qui sont placés dans des cloches de verre disposées dans la toiture du wagon, de sorte que le gaz ne peut pas pénétrer dans le compartiment, ce qui écarte tout danger.

Les régulateurs de pression fonctionnent très-bien ;

l'intensité de la flamme est constante et sa tranquillité parfaite.

Le récipient de gaz que contient chaque wagon peut alimenter les becs pendant 33 heures, ce qui équivaut à deux nuits. La place qu'il occupe est minime. On le remplit en 5 ou 10 minutes pour un train de dix voitures.

Comme ce système d'éclairage procure une économie sensible, plusieurs Compagnies ont fait des essais du même genre.

C'est ainsi, par exemple, que des essais d'éclairage au gaz, dont les résultats ont été très-satisfaisants, ont été faits par la Société du chemin de fer *Central suisse*. Un récipient renferme le gaz destiné à l'éclairage de chaque wagon. Le gaz dont on se sert pour l'éclairage est celui qu'on obtient par la distillation de résidus d'huile. Le volume de ce gaz, à intensité de lumière égale, est quatre fois moindre que celui du gaz retiré de la houille.

Le procédé pour la préparation de ce nouveau gaz, dû à Hirzel, professeur à Leipzig, est d'ailleurs exploité depuis plusieurs années dans un grand nombre d'usines en Allemagne. Ce procédé consiste à refouler, au moyen d'un appareil automoteur, les résidus de matières grasses ou de pétrole dans des cornues chauffées dans des fours semblables à ceux qui servent à extraire le gaz de la houille. Un barillet sert à retenir les vapeurs entraînées et à s'opposer au retour du gaz dans les cornues. Un épurateur est placé à la suite du barillet. Vient aussi le gazomètre de tôle, dont les dimensions sont beaucoup plus petites que celles des gazomètres ordinaires. Le moteur servant à refouler les matières grasses dans les cornues est un simple poids, qu'on remonte de temps en temps, et qui descend uniformément. Le compteur et le mécanisme de distribution sont les mêmes que dans toutes les usines.

Une flamme d'une intensité de 8 becs Carcel coûte environ 15 centimes par heure. Avec 100 kilogrammes de

résidus de matières grasses, on produit, dans les appareils Hirzel, 2400 à 2600 pieds cubes anglais de gaz. Une flamme de 10 becs consume environ 1 pied cube à l'heure de ce gaz.

Le gaz ainsi obtenu est comprimé, au moyen d'une pompe, jusqu'à la pression de 10 ou 12 atmosphères, dans des récipients fixés sous les wagons. De là, des tuyaux l'amènent aux becs, qui sont placés à l'extérieur des wagons.

Ce système d'éclairage est très-économique, et n'offre pas plus de danger que l'éclairage au gaz dans les habitations.

7

Chalumeau et lampe-forge au pétrole.

Certaines industries exigent, pour de petits ateliers, l'emploi de hautes températures. M. Quichenot, ingénieur civil, vient de construire un nouveau chalumeau qui paraît devoir résoudre ce problème. On se sert généralement, pour réaliser de hautes températurés, d'appareils à gaz. Mais ces appareils exigent un compteur, une canalisation particulière et d'autres détails d'installation qui ne sont pas toujours faciles à réaliser. Un appareil transportable, peu coûteux et alimenté par un liquide à bas prix, est donc susceptible de rendre de véritables services à la petite industrie.

Le pétrole est le liquide dont se sert M. Quichenot pour son chalumeau-forge. Cet appareil se compose : 1° d'un *carburateur* ordinaire, dans lequel l'air provenant d'une petite soufflerie se charge de vapeurs de pétrole; 2° d'un tuyau en caoutchouc armé d'un bec spécial. L'orifice de ce tuyau est à paroi mince; sa tuyère contient une spirale formée d'une simple feuille de cuivre ou de tôle mince de quelques centimètres de longueur,

tordue en hélice et introduite dans le tube jusqu'à 1 centimètre environ de l'orifice du bec. Cette spirale est utile pour rendre la flamme plus courte et plus nourrie. La flamme ainsi produite est généralement oxydante, lorsque le jet d'air est dirigé sur une lampe ordinaire à alcool ou au pétrole; elle est réductrice ou oxydante, à volonté, quand on emploie une lampe à mèche annulaire avec chalumeau central.

La *lampe-forge* proprement dite se compose d'une coquille en fonte pourvue d'un double fond, dans lequel circule et s'échauffe l'air carburé provenant de la soufflerie, qui s'échappe par un chalumeau semblable à celui qu'on vient de décrire et qui est placé verticalement au centre de la coquille. Sur cette pièce repose un vase annulaire en fonte, laissant des intervalles suffisants pour engendrer un courant d'air par entraînement. Ce vase de fonte contient du pétrole porté à l'ébullition par la chaleur du fourneau. La vapeur redescend le long d'un retour de la paroi jusque dans la coquille, où elle pénètre par une série de rainures rangées circulairement. Là, cette vapeur brûle, donnant une flamme renversée qui vient lécher les parois de la coquille, pour se relever verticalement autour du jet d'air carburé chaud lancé par le chalumeau central.

Cette flamme est concentrée par une tuyère, ou espèce d'entonnoir large et renversé, en cuivre rouge, surmonté d'un tube plus épais, en terre réfractaire, qui contient la portion la plus chaude de la flamme, et qui est réellement le foyer de l'appareil. On place sur un support *ad hoc* les capsules, les coupelles, etc., et on surmonte le tout d'un petit couvercle qui concentre la chaleur. La flamme est formée par la combustion des vapeurs de pétrole qui arrivent au foyer à une haute température; l'air carburé de la soufflerie est également très-chaud dans le double fond de la coquille.

Ainsi se trouvent réunies toutes les conditions d'une haute température. L'alimentation de la petite chaudière

se fait par la communication avec un réservoir à niveau constant.

On peut fondre, en dix minutes, avec cet appareil, 100 grammes de cuivre rouge, de fonte ou de nickel et un poids un peu plus faible de fer. Toutes les soudures peuvent être faites avec ce chalumeau.



La combustion spontanée dans les mines de houille.

L'inflammation spontanée de la houille est un des accidents les plus terribles qui puissent survenir dans l'exploitation des mines.

Un événement qui a mis en évidence toute la gravité de ces incendies souterrains s'est produit en Angleterre, en 1874, dans la mine de Titfort Long Meadow, près d'Oldbury. Le feu avait pris dans une couche de houille compacte, et douze ouvriers travaillaient à l'éteindre. Sept d'entre eux, enveloppés subitement dans une atmosphère d'air ou de gaz surchauffés, furent asphyxiés et brûlés.

Comme il est presque impossible d'arrêter de pareils incendies, on comprend les pertes considérables qui en sont les conséquences, au point de vue de l'intérêt industriel.

On admet généralement aujourd'hui que la combustion spontanée de la houille est causée par la décomposition des pyrites de fer qu'elle contient. L'observation directe a plus d'une fois confirmé cette théorie. Mais on a eu l'occasion d'observer de semblables combustions dans des couches de houille sans pyrites. Cette cause ne suffit donc pas à expliquer toutes les combustions spontanées qui se manifestent dans les houillères, et la vraie cause de ce phénomène redoutable restait à trouver.

Comprenant l'importance de ce problème, M. Fowler a étudié les cas de combustion spontanée dans les couches de houille non pyriteuse, et notamment dans les couches de houille compacte de Leicestershire et du South Staffordshire qui sont très-estimées pour leur pureté et recherchées par les métallurgistes. Ces houilles ont été analysées et reconnues dépourvues de pyrites. Le travail de M. Fowler est d'ailleurs complétement d'accord avec celui du docteur Hill, de Birmingham, dont nous parlerons plus loin.

Dans les couches étudiées par M. Fowler, la combustion spontanée lui a paru devoir être attribuée à l'une des trois causes suivantes : 1° décomposition spontanée de la houille; 2° absorption rapide d'oxygène par le poussier de houille devenu *pyrophorique*; 3° frottement énergique entre les deux faces d'un plan de rupture ou de stratification des couches de houille.

La décomposition spontanée de la houille peut se produire si la houillère renferme une grande quantité d'oxygène. Cette combustion développant de la chaleur, toute la masse peut s'enflammer. La combustion vive peut ainsi succéder à la combustion lente.

M. Fowler constata dans ses études sur ce phénomène que la combustion spontanée de la houille se produisait surtout à l'époque où les *menus*, c'est-à-dire les débris de charbon, étant fort peu recherchés sur les marchés, étaient amoncelés en tas le long des galeries. Quand on venait plus tard à percer de nouvelles galeries à travers ces tas, déjà échauffés, on amenait sur les menus en voie de décomposition une quantité d'air insuffisante pour abaisser leur température, mais très-suffisante pour déterminer la combustion vive du charbon.

Les inconvénients de l'amoncellement des menus au fond de la mine ont été reconnus. On a aujourd'hui la précaution de les retirer de la mine et de les amener à la surface de la terre. Grâce à ce moyen, on évite les incendies qui se produisaient autrefois. Quand on veut

laisser les menus à l'intérieur de la mine, il faut user de certaines précautions, qui consistent surtout à donner peu de hauteur aux tas et à établir des cheminées d'air, ou *évents*, pareils à ceux des meules de foin. Lorsqu'on est forcé de laisser séjourner les menus au fond de la mine, les cas de combustion vive peuvent être prévenus efficacement par une ventilation continue et énergique. De simples puits d'aérage ne suffisent pas pour cela; il faut établir de larges voies à la circulation de l'air. L'expérience a confirmé l'utilité de cette précaution.

La deuxième cause de combustion spontanée a été mise en évidence par les travaux de M. Hill. Ce physicien a reconnu que les propriétés *pyrophoriques* que prennent les corps à l'état d'extrême division, ne sont pas particulières aux métaux. Un état de division extrême de la matière donne à beaucoup d'autres corps la propriété d'entrer spontanément en combustion, sans l'intervention d'aucune autre cause extérieure de chaleur. On explique ce fait par la facilité avec laquelle l'excessive division des corps favorise l'absorption de l'oxygène, et par le dégagement de chaleur qui résulte de cette condensation des gaz. Sur les bords des galeries des mines de houille, il y a souvent en abondance du poussier de charbon, et cet état est très-favorable à la combustion vive, d'autant plus que l'écrasement que produit le poussier de charbon est toujours accompagné d'un dégagement de chaleur. Une ventilation puissante qui refroidit constamment le poussier, est encore le moyen d'empêcher sa combustion spontanée.

M. Fowler a observé un dernier cas de combustion spontanée, qui diffère entièrement des précédents. Il s'agit des combustions qui se manifestent dans l'intérieur même des piliers de charbon qui soutiennent les galeries. Quand on est prévenu à temps, on arrête cet incendie en pratiquant une petite tranchée jusqu'au centre du pilier, où le charbon se trouve déjà porté au rouge. On doit alors l'extraire, ce qui n'est pas sans danger, et

le remplacer par du sable ou une matière incombustible.

L'inflammation d'un pilier de charbon peut s'expliquer en remarquant que la pression qui tend à écraser les piliers est souvent énorme. S'exerçant sur la face supé rieure d'un plan de stratification de la houille, qu'elle tend à faire glisser sur la face inférieure, elle produit un frottement très-énergique, et, par conséquent, un grand dégagement de chaleur.

On pourrait attribuer la combustion spontanée qui se produit dans ce dernier cas à la décomposition de la houille, qui renferme assez d'oxygène pour que la combustion puisse se passer du contact de l'air.

Quelle que soit la cause de l'incendie dans cette dernière circonstance, il faut, pour le prévenir, augmenter le nombre des piliers et diminuer leurs dimensions. La ventilation, sur laquelle on ne peut plus compter alors, serait insuffisante pour refroidir le centre des piliers.

Dans ce dernier cas, aucun moyen certain n'existe pour prévenir les incendies souterrains, tandis que dans les autres circonstances, une ventilation puissante et permanente donne toutes les garanties de sécurité.

L'emploi des *laveuses mécaniques* qui, dans ces derniers temps, a pris une assez grande extension dans les mines de l'Angleterre, peut servir indirectement à activer cette ventilation, quand ces machines sont mues par l'air comprimé, parce qu'elles renvoient constamment dans les galeries de l'air refroidi par sa décompression.

En résumé, le refroidissement des galeries par une ventilation active, tel est le moyen préventif des incendies des mines de houille. On ne saurait trop insister sur l'emploi de ce moyen préventif, car, une fois l'incendie déclaré, on ne peut lutter contre ses progrès qu'en le circonscrivant, c'est-à-dire en faisant *la part du feu*, ce qui n'est pas toujours facile au milieu des travaux de l'exploitation.

9

Moyen d'éteindre les incendies dans la cale des navires : l'*extincteur* de M. James Paton et la combustion du soufre proposée par M. Ch. Tellier.

M. James Paton a présenté à l'Institut des ingénieurs d'Écosse un appareil qu'il nomme *extincteur*, et qui a pour effet d'éteindre les incendies dans la cale des navires, ainsi que dans les magasins, les dépôts de charbons et de marchandises, en faisant arriver dans le lieu où le feu a éclaté un courant abondant d'acide carbonique, gaz qui a, comme on le sait, la propriété d'arrêter instantanément toute combustion.

Les sinistres causés par les incendies à la mer ne cessent d'augmenter en nombre depuis l'extension de la navigation par la vapeur; le registre du *Lloyd* donne, comme incendiés, pendant les huit années qui se terminent au 1er janvier 1875, un total de 1479 navires, 1158 voiliers et 321 vapeurs, c'est-à-dire 185 par année et 3 par semaine.

Le sinistre provient le plus souvent d'une combustion spontanée. Le feu éclate dans la cale du navire par l'inflammation du charbon, et se propage de là dans le reste du navire. Il est bien prouvé aujourd'hui que certaines variétés de charbon laissent dégager du gaz hydrogène bicarboné, lequel, se répandant à l'intérieur de la cale du navire et venant à s'enflammer accidentellement, provoque le sinistre.

Après avoir constaté l'insuffisance ou l'impuissance de l'eau et de la vapeur pour éteindre la combustion dans la cale d'un vaisseau, M. James Paton s'est arrêté à l'idée d'employer le gaz acide carbonique. Sans doute ce moyen est bien connu et a été souvent expérimenté; mais la production du gaz était coûteuse ou insuffisante, et l'a-

cide carbonique était mélangé d'eau, qui détériore les marchandises. Avec l'appareil construit par M. James Paton, le gaz est produit en quantités très-grandes et pendant aussi longtemps que cela est nécessaire, et on ne fait pas intervenir l'eau, nuisible aux marchandises.

Pour produire le gaz acide carbonique, M. Jules Paton emploie l'acide chlorhydrique et le bicarbonate de soude, dissous dans très-peu d'eau, et formant une sorte de pâte. Le gaz acide carbonique, en raison de son poids, bien supérieur à celui de l'air, étant envoyé par une pompe à fond de cale, remplit tous les espaces vides, en chasse l'air, et supprime ainsi l'élément nécessaire à la combustion.

Le nouvel appareil consiste en deux cylindres solidement établis et d'un transport facile. Dans l'un des cylindres, que l'auteur appelle *générateur*, on produit le gaz; l'autre sert à chasser, au moyen d'une pompe, le gaz dans un tuyau, et à le faire arriver dans la cale du navire où le feu a éclaté.

En cas d'incendie, l'appareil est placé près du compartiment dans lequel le feu s'est déclaré, et les tuyaux sont adaptés au cylindre où se produit le gaz. La manœuvre de la pompe n'exige pas plus de deux ou quatre hommes. Rien ne doit être dérangé dans la cale, puisque l'acide carbonique pénètre partout, chassant l'air, ou se mélangeant à lui en quantité suffisante pour lui enlever ses propriétés comburantes. Les pompes envoient à peu près 30 mètres cubes de gaz par minute; un volume d'air vingt fois plus grand est ainsi rendu impropre à la combustion.

En tenant compte de l'espace occupé par la cargaison, un navire de 1200 à 1300 tonneaux serait rempli de gaz carbonique en vingt minutes. Dans les expériences faites sur un navire anglais le *Warnock*, une capacité de 1200 tonneaux a été remplie en quatorze minutes; dans les plus grands navires, les espaces entre deux cloisons étanches n'atteignent pas ce volume.

Lorsque le feu a été éteint, il faut ventiler les cales, pour en chasser l'acide carbonique, gaz irrespirable, avant d'y laisser pénétrer personne.

M. Paton ajoute que les navires qui transportent des matières très-inflammables, pourraient emporter, pour éteindre les incendies, des réservoirs contenant du gaz acide carbonique comprimé, afin de l'utiliser à la première alerte.

•

Cette même question, c'est-à-dire l'extinction des incendies dans la cale des navires, a fait l'objet de très-judicieuses remarques de M. Ch. Tellier. C'est à propos de l'incendie du *Cospatrick* que M. Ch. Tellier a adressé une note à l'Académie des sciences de Paris.

La catastrophe du *Cospatrick*, dit M. Ch. Tellier, a justement ému l'opinion publique, et rappelle par un cruel exemple (puisqu'on a eu à regretter plus de 500 victimes) les conséquences terribles qu'amènent les incendies en mer. Et pourtant il est souvent plus facile, ajoute M. Ch. Tellier, de combattre ce fléau à la mer que sur la terre.

En effet, le feu qui se déclare à terre est immédiatement en contact avec l'atmosphère libre, et il trouve tous les éléments pour se développer. A la mer, le feu se déclare le plus souvent dans la cale du bâtiment, c'est-à-dire dans un espace limité. Il est facile de l'attaquer dans ce lieu confiné, par des agents que signalent la science et la pratique.

Nous venons de voir que le gaz acide carbonique est l'agent auquel M. James Paton a recours comme extincteur. M. Ch. Tellier propose le soufre, qui, en brûlant, produit de l'acide sulfureux. Personne n'ignore que ce gaz a la propriété d'arrêter subitement un incendie. Tout le monde a recours au soufre quand il s'agit d'un feu de cheminée, et l'on n'a pas songé à ce corps dans le cas où un incendie éclaterait dans la cale d'un navire ! Il suffirait d'emporter des mèches soufrées, et de ménager

quelques trous sur chaque pont, pour permettre, au besoin, d'introduire dans les cales ces torches salutaires au moment du danger. Des voiles mouillées, placées sur les écoutilles, permettraient à l'air intérieur de se dilater, tout en empêchant la rentrée de l'air extérieur.

Dans une cale, les marchandises, les machines, le cloisonnement des cabines, tout fait obstacle aux travailleurs. L'acide sulfureux, en raison de sa densité, descend au plus profond des recoins, en chasse l'air et arrête toute combustion, comme le fait le gaz carbonique. L'incendie éteint, il n'y a plus qu'à ventiler énergiquement, pour se débarrasser du gaz sulfureux. 30 grammes de soufre seraient nécessaires pour absorber l'oxygène d'un espace de 100 mètres cubes, mais il s'en faut beaucoup qu'il faille arriver à cette absorption absolue pour éteindre un incendie. L'air qui a perdu de son oxygène n'est plus propre à la combustion; c'est donc 15 kilogrammes de soufre qu'il suffirait d'emporter à bord, pour une capacité de 100 mètres cubes d'air.

Le procédé suggéré par M. Ch. Tellier est plus simple et plus pratique que celui de M. James Paton, puisqu'il n'exige aucune sorte d'appareil, et se réduit à faire usage du soufre, matière peu coûteuse et peu encombrante. Avis aux armateurs et capitaines de navires !

10

Les papiers d'Orient. — Les pâtes à papier de bois et l'état actuel de l'industrie du papier en Europe.

Un rapport de M. Charles Bécoulet sur l'*Industrie du papier à l'Exposition de Vienne* donne des renseignements intéressants concernant les papiers fabriqués dans l'extrême Orient, et renferme d'importants aperçus sur l'avenir de la papeterie en France.

Nous commencerons par donner une idée des papiers que le Japon avait adressés à l'Exposition de Vienne. On voyait figurer dans cette Exposition les papiers recueillis dans les différentes provinces du Japon, depuis le papier le plus mince et du plus petit format, qui sert à filtrer les vernis de ce pays employés à fabriquer les beaux objets en laque, jusqu'aux papiers les plus épais et des plus grandes dimensions, aussi forts que le carton, qui servent à toutes sortes d'usages dans les arts et l'économie domestique.

Tous ces papiers sont à peine collés ou même sans colle. La plupart n'ont pas d'apprêt ; ils présentent, au contraire, une surface rugueuse. Quelques-uns seulement reçoivent un apprêt à l'état humide et sont très-soyeux au toucher. L'absence d'apprêt est d'ailleurs une nécessité à l'égard des papiers employés pour l'écriture dans ce pays, puisque les Japonais, comme les Chinois, se servent de pinceaux pour tracer les caractères. Le papier doit donc être fabriqué de manière à prendre facilement et à absorber promptement l'encre de Chine, en usage au Japon.

La longueur et la ténacité des fibres du papier japonais permettent de l'employer à des usages tout à fait inconnus en Europe. On peut en faire du fil qui, tissé avec une chaîne de soie, produit une étoffe légère, avec laquelle on confectionne des vêtements d'été. Ce fil fournit encore une ficelle que l'on teint et que l'on dore, pour empaqueter des boutons et des objets de luxe.

Le papier le plus grossier, préparé à l'huile, et qui ressemble à notre toile cirée, sert à envelopper les objets destinés à traverser les mers. On en fait même des vêtements imperméables. Deux doubles feuilles ainsi préparées, collées ensemble et décorées de dessins avec fond de couleur, fournissent des tapis, qui sont de longue durée.

Quelques-uns de ces papiers, collés en plusieurs doubles, préparés à l'huile et teints, produisent une sorte d'étoffe, qui ressemble au caoutchouc. On s'en sert pour

confectionner des sacs, des blagues à tabac, des porte-monnaie et des portefeuilles.

Les Japonais se servent du papier pour faire de solides cartonnages, des boîtes diverses, des potiches, des coffrets, etc. Ces objets, recouverts de vernis, imitent les meubles de laque. On en fait encore des ombrelles, des parapluies, des tentures, des cloisons d'appartement, des lanternes, des rideaux, etc.

Voici, d'après M. Bécoulet, les matières premières qui sont employées à la fabrication du papier japonais :

Écorce du *Broussonetia papyrifera* (mûrier à papier).

Écorce du *Daphne papyrifera.*

Écorce du Saule, donnant un papier solide, mais commun.

Écorce du *Gampi*. Le *Gampi* donne un papier plus fin que le Daphne, et celui-ci un papier plus fin que le *Broussonetia.* Cette dernière écorce est employée pour les papiers très-résistants.

Les moyens de fabrication du papier japonais sont des plus simples.

Pour obtenir leur papier si solide et si résistant, les Japonais se servent, depuis des siècles, de l'écorce du *Broussonetia papyrifera,* qui croît dans presque toute l'étendue de ce pays. La culture de ce végétal est fort simple. On enfouit des boutures de la longueur de 30 centimètres. La plante ayant acquis, au bout de la troisième année, une hauteur qui peut aller jusqu'à 4 mètres, le deuxième mois de chaque année on coupe les branches au ras de la racine. Chaque pousse donne ensuite cinq rameaux, de sorte qu'au bout de cinq ans il s'est formé un gros arbuste, dont les branches servent à fabriquer le papier.

On coupe ces branches en hiver; on les débite par morceaux de 70 centimètres, et on les place dans l'eau bouillante, jusqu'à ce que l'écorce se laisse enlever facilement à la main. L'écorce est ensuite séchée à l'air,

opération qui exige de deux à trois jours en temps ordinaire, et vingt-quatre heures par les grands vents. Après une immersion d'au moins vingt-quatre heures dans l'eau courante, l'écorce est travaillée sur une lame tranchante fixée au-dessus d'un paillasson, pour séparer les deux sortes de fibres dont l'écorce est composée. Les fibres extérieures d'une couleur foncée (*saru-kawa*) servent à faire du papier de qualité inférieure, tels que le *chirigami* ou le *kizo-suki*.

Le papier fin se fait avec la fibre intérieure, appelée *sosori*. On la réunit par balles de 15 kilogrammes, qui sont lavées dans de l'eau courante, puis déposées dans des cruches pleines d'eau, d'où on les retire après un certain temps, pour les exprimer et les charger de pierres. On les fait cuire alors dans une lessive de cendres provenant du son de sarrazin, en ayant soin de les agiter constamment avec des bâtons, jusqu'à ce que la lessive se déverse à gros bouillons. Un nouveau lavage à l'eau courante les débarrasse définitivement de toute impureté. La matière lavée est soumise pendant vingt minutes à un battage sur un billot de chêne ou de cerisier, et elle est enfin réunie sous forme de ballots, que l'on met en tas et qui constituent la matière en pâte.

Pendant la fabrication du papier, on ajoute à la masse liquide un peu de *tororo*, extrait de la racine de l'*Hibiscus manihot*. En été, on ajoute encore de l'eau de riz, pour éviter les ravages des vers. La pâte ainsi obtenue est traitée alors par les procédés employés en Europe pour convertir en papier la pâte de chiffons.

Le *papier-cuir* s'obtient par la superposition de plusieurs feuilles de papier *Toza-senka*. On les baigne dans l'huile de Yenoki (*Cellis Wildenowiana*), puis, après les avoir soumises à une forte pression, on les recouvre d'une couche de laque.

Les vêtements sont confectionnés avec le papier appelé *shifu*. Les feuilles de ce papier sont coupées par lanières plus ou moins larges, suivant la finesse de l'étoffe

à obtenir, et leur tordage s'effectue avec les doigts, préalablement trempés dans du lait de chèvre. Les fils sont employés seuls ou avec la soie; les étoffes peuvent être lavées et sont d'une grande solidité.

Le *papier crêpé* se fait avec des feuilles très-solides mouillées et sur lesquelles on promène, une fois en long et une fois en large, un rouleau de bois sur lequel est gravé le modèle.

Outre le *Broussonetia papyrifera*, les Japonais emploient encore, pour faire le papier, l'*Edgeworthia papyrifera*, en se servant des mêmes moyens.

L'exposition des papiers de Chine n'avait pas l'importance de celle des papiers du Japon. Le gouvernement chinois ne s'en était pas occupé. Des maisons de commerce établies en Chine avaient seules expédié des spécimens de leurs produits. On voyait cependant un assez grand choix de papiers d'impression et d'écriture, des papiers à lettres et d'enveloppes, des papiers d'affaires et de tenture d'un très-beau coloris. Il y avait encore des albums de dessins coloriés et lithographiés sur un papier imitant l'ivoire, que l'on obtient simplement en découpant la moelle du bambou.

Les beaux papiers de Chine qui servaient autrefois au tirage des gravures, et qui faisaient ressortir toutes les finesses du burin, ne figuraient pas à l'exposition. Ces papiers ont été remplacés par ceux qui sont fabriqués en France pour le tirage des gravures et qui sont supérieurs aux anciens papiers de Chine.

Un spécimen de l'outillage d'une papeterie chinoise permettait de constater que tout est primitif dans la papeterie du Céleste Empire, comme dans celle du Japon. Les papiers de Chine n'ont pas de fibres longues et tenaces comme ceux du Japon; cela tient probablement à ce que les fabricants chinois font séjourner la pâte dans des fosses de macération. Cette opération donne au papier un aspect plus soyeux et plus fondu, mais elle lui retire de la solidité et le rend plus cassant.

Il existe en Égypte une fabrique de papiers; elle est établie au Caire. Tout imparfaits qu'en sont les produits, ils ont, en général, une grande solidité et un bon collage.

Les nations qui produisent le plus beau et le meilleur papier en Europe, sont la France, l'Angleterre, l'Autriche et l'Allemagne.

La France était autrefois privilégiée pour la matière première qui sert à la fabrication des beaux papiers, c'est-à-dire du chiffon; mais depuis une dizaine d'années la majeure partie de ses beaux chiffons lui échappe : ils sont exportés au profit des fabriques anglaises et américaines.

Une véritable révolution s'est accomplie depuis quelques années dans l'industrie de la papeterie : la pâte de papier est fabriquée avec des matières végétales, c'est-à-dire avec le bois, la paille, le sparte, remplaçant le chiffon. La fabrication de ces nouvelles pâtes est aujourd'hui largement exploitée à l'étranger. De nombreuses et importantes usines de papiers de bois existent en Belgique, en Suisse, en Autriche, en Allemagne, en Suède, en Norvége. L'Angleterre a longtemps monopolisé la fabrication des pâtes de sparte d'Espagne. La France a été plus lente dans le développement de l'industrie des pâtes succédanées du chiffon. Cependant la fabrication de la pâte de papier avec le sparte a pris, depuis quelques années, un grand et sérieux développement dans notre colonie d'Algérie. Le sparte récolté dans l'Afrique française lutte avantageusement contre le sparte d'Espagne, monopolisé par l'Angleterre.

Ainsi, pendant que nos chiffons de premier choix sortent de France par les ports de la Manche et de l'Océan, les contrées de l'Europe centrale sont pourvues, grâce au sparte d'Espagne et d'Algérie, d'une nouvelle matière première, excellente et économique.

La papeterie autrichienne est puissante et bien outil-

lée. Il en est de même de celle de l'Allemagne. La race germanique, essentiellement émigrante, va dans tous les pays du monde créer des comptoirs, qui se multiplient sans cesse, et qui sont naturellement disposés à demander à leur pays d'origine les produits dont ils ont besoin pour alimenter leur vente.

En Italie, des papeteries s'élèvent partout en ce moment. La Russie progresse dans le même sens.

La consommation du papier est considérable en France. L'industrie nationale ne suffit pas à consommer tous les papiers de nos usines, et nos fabricants sont obligés de chercher des débouchés à l'étranger. Il importe donc que la papeterie française multiplie ses efforts pour ne pas se laisser vaincre par ses rivales, dont la production dépasse également les limites des demandes de leurs propres marchés.

« Nos papiers, dit l'auteur du rapport que nous venons d'analyser, sont bons et appréciés; nous devons néanmoins, tout en restant dans les conditions de prix modérés, nous appliquer non-seulement à en maintenir, mais encore à en améliorer et la qualité et la beauté. C'est à ces conditions seulement que nous verrons se maintenir et peut-être même s'améliorer la position de la papeterie française sur les marchés étrangers. »

11

Conservation des matières alimentaires au moyen de l'air comprimé.

Depuis 1873, M. Alvaro Reynoso s'occupe de la conservation des matières alimentaires par des procédés dont quelques-uns ont essentiellement pour principe l'emploi des gaz comprimés (air atmosphérique, oxygène, azote, hydrogène, etc.).

M. Alvaro Reynoso est arrivé à conserver de la viande fraîche et saignante en gros morceaux (63 kilogrammes pour le bœuf) et pendant des périodes comprises entre un mois et trois mois et demi. Tant que la viande se trouve dans l'air comprimé, elle se conserve fraîche et saignante; une fois retirée des appareils, elle se conserve plus longtemps que la viande commune de boucherie. Pour le mouton, l'auteur a constaté ce fait très-remarquable, que la viande, retirée des appareils et exposée à l'air libre, se dessèche lentement, et elle se conserverait alors indéfiniment.

La viande fraîche et saignante conservée dans l'air comprimé se prête à tous les usages culinaires. On peut en faire du bouillon, des rôtis, etc. M. Reynoso a vu le sang couler de gros morceaux de bœuf dépecés après quarante jours de conservation.

Quand elle a été exposée à l'action de l'oxyde de carbone, la viande subit une altération : elle prend une magnifique couleur, d'un rose très-vif. Au contraire, la conservation de la viande dans les autres gaz n'apporte aucun changement à sa couleur naturelle.

Les expériences ont été poursuivies depuis deux ans par M. Reynoso sur une très-grande échelle et très-fréquemment renouvelées.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

I

Séance publique annuelle de l'Académie des sciences, du 24 juin 1875.

La séance a été ouverte par une allocution de M. Fremy, président.

Après avoir rendu un juste hommage à la mémoire de M. Mathieu, après avoir fait ressortir l'importance de la réussite des voyages entrepris pour l'observation du passage de Vénus, M. Fremy a déploré la perte des deux aéronautes qui firent une ascension à grande hauteur, avec M. G. Tissandier.

Abordant une question d'un tout autre ordre, mais d'un intérêt majeur, M. Fremy a dit que si, en ce moment, le haut enseignement donne lieu à tant de discussions graves et importantes, et si l'on s'occupe avec raison de constituer dignement la situation des professeurs, il appartient à l'Académie de demander justice pour ceux qui, en dehors de l'enseignement, consacrent leur vie au progrès des sciences, qui se ruinent quelquefois en enrichissant l'industrie de leurs brillantes découvertes et qui, en mourant, laissent si souvent leur famille dans une profonde misère!

Après l'énumération des prix, M. Bertrand a prononcé l'*éloge historique* de M. Élie de Beaumont, auquel il a succédé comme secrétaire perpétuel.

Voici les prix décernés pour l'année 1874 :

Grand prix des sciences mathématiques. (Théorie du vol des oiseaux.) — Deux encouragements, l'un de deux mille francs, et l'autre de mille francs, ont été accordés, le premier à M. A.

Penaud, et le second à MM. Abel Hureau de Villeneuve et Crocé-Spinelli.

Grand prix des sciences physiques. (Étude de la fécondation dans la classe des champignons.) — La valeur du prix a été partagée, à titre d'encouragement, entre MM. Maxime Cornu et Ernest Roze et M. Sicard.

Prix Poncelet. — La commission a décerné à l'unanimité le prix à M. Bresse, ingénieur en chef des ponts et chaussées, pour son ouvrage intitulé : *Cours de mécanique appliquée*, professé à l'École des ponts et chaussées, et particulièrement pour les progrès importants qu'il a réalisés dans la partie consacrée à la résistance des matériaux.

Prix Monthyon. — (Mécanique.) M. Peaucellier, lieutenant-colonel du génie, a obtenu ce prix, pour avoir résolu d'une manière très-heureuse un problème de mécanique géométrique, considéré avant lui comme insoluble, problème qui est très-intéressant au point de vue des applications. Pour en saisir la portée, nous rappellerons que la disposition généralement employée pour transformer un mouvement rectiligne en un mouvement circulaire alternatif consiste dans le système du balancier et du parallélogramme de Watt. L'articulation de la tige oscillante ne décrit pas rigoureusement une droite, mais un arc de courbe qui en diffère fort peu, surtout lorsque l'une des articulations du parallélogramme avec le balancier se trouve à égale distance de l'autre articulation et de l'axe de rotation. Par suite des flexions éprouvées, la tige exerce tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, une pression qui tend à s'ovaliser, comme la section de la tige elle-même. Néanmoins les flexions et, par suite, la pression sont assez petites pour qu'il n'en résulte aucun inconvénient sérieux dans la pratique. Malgré cela, plusieurs géomètres ont cherché à substituer au système de Watt d'autres systèmes ayant pour objet de réduire à une plus faible valeur la déviation de la tige; mais la solution rigoureuse du problème n'avait pas encore été donnée.

En 1864, M. Peaucellier a imaginé plusieurs combinaisons de pièces articulées, qui permettent de réaliser mathématiquement la transformation de mouvement dont il est question. Depuis, ce savant mécanicien, a perfectionné son système, dont plusieurs applications ont été faites en Angleterre, notamment au parlement de Londres, à une machine à vapeur qui met en mouvement un puissant ventilateur. Il a été également appliqué aux pompes à main.

Prix Plumey. — L'un des plus grands progrès à accomplir dans la navigation à vapeur consistait à rendre le fonctionnement du gouvernail plus sûr et plus facile, et à rendre la machine plus docile. Ce double problème a été résolu par M. Joseph Farcot, avec une généralité plus grande encore que ne le comporte l'énoncé de l'Académie, pour les efforts les plus considérables et avec une sûreté absolue.

M. Farcot désigne, sous le nom de *servo-moteur* ou de *moteur asservi*, un système qui permet de faire faire à un organe, aussi lourd et aussi puissant qu'on puisse le supposer, les mêmes évolutions que l'on imprime, à la main ou autrement, à un simple bouton dont le déplacement n'exigerait qu'une très-petite résistance.

Les expériences ont complétement réussi, sur les navires cuirassés, comme sur les autres. Les gardes-côtes munis des dispositions de M. Farcot évoluent avec une rapidité et une précision qui n'avaient pas encore été réalisées. Le pointage des pièces de gros calibre et des tours cuirassées se fait avec une parfaite exactitude.

Le prix Plumey a donc été décerné à M. J. Farcot.

Prix Lalande. — Institué pour récompenser l'observation astronomique la plus intéressante de l'année, il a été obtenu par MM. Mouchez, Bouquet de la Grye, Fleuriais, André, Héraud et Tisserand, pour les observations du passage de Vénus sur le soleil.

Prix Monthyon. (Statistique.) — Des difficultés nombreuses entravent l'exécution d'une table de mortalité. On est réduit pour longtemps encore à se contenter de réunir quelques dizaines de millions d'observations, à en former des tables, et, en les comparant les unes aux autres, ou même en les mélangeant, à en conclure, avec une approximation peu considérable, les idées les plus probables qu'il soit possible de se faire sur la durée de la vie humaine et sur les risques qu'elle court aux divers âges.

Le mémoire couronné est celui de M. de Kertanguy. On trouve dans ce mémoire tous les détails de la construction d'une table de ce genre, accompagnés de réflexions judicieuses, et empreints d'une juste réserve sur les conclusions à tirer des faits remarquables dont elle est déduite. Le travail de M. de Kertanguy a pour titre : *Sur la mortalité parmi les assurés de la Compagnie générale.*

Une mention honorable a été accordée à M. de Saint-Genis, pour ses *Études statistiques sur la Savoie, de* 1860 *à* 1870.

Une autre mention honorable a été accordée à M. Loua, pour son *Atlas statistique de la population de Paris, de* 1801 *à* 1872.

Prix Jecker. — Ce prix a été partagé entre MM. Reboul et G. Bouchardat.

Une part de 3000 francs a été accordée au premier, pour son travail sur les éthers du glycide, ainsi que pour des recherches sur les hydrocarbures et sa découverte du propylglycol normal.

Une part de 2000 francs a été accordée au second, pour ses travaux sur les éthers de la mannite et de la dulcite, ainsi que pour la reproduction artificielle de cette dernière.

Prix Desmazières. — Ce prix a été décerné à M. J. de Seynes, pour son travail sur les Fistulines, et en particulier sur le *Fistulina hepatica*, trouvé dans la Caroline, en Europe, et jusque dans l'Himalaya.

Prix de La Fons Mélicocq. — Deux mémoires se sont partagé ce prix, à titre d'encouragement : celui de M. Calley et celui de MM. Eloy de Vicq et Blondin de Brutelette. Le premier mémoire a pour titre : *Essai d'un catalogue raisonné et descriptif des plantes vasculaires du département des Ardennes*; le second Mémoire est un *Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Somme.*

Prix Thoré, décerné à M. Auguste Forel, pour son ouvrage sur les *Fourmis de la Suisse.*

Prix Bréant. — Ce prix de 100 000 francs, légué par Bréant, pour être décerné à celui qui découvrira la cause du choléra épidémique, ou un moyen spécifique de guérison de cette maladie, a été l'objet de nombreux travaux.

Une récompense de 3500 francs a été accordée à M. Ch. Pellarin, et une autre récompense de 1500 fr. a été obtenue par M. Armieux, sommes à prélever sur les 5000 francs des intérêts annuels du prix.

Prix Montyon. (Médecine et chirurgie.) — Trois mémoires ont obtenu un prix et trois autres une mention.

1° Un prix de 2400 francs à M. Dieulafoy, pour son ouvrage *sur l'aspiration des liquides morbides dans le traitement des maladies chirurgicales.*

2° Un prix de 2400 francs à M. Malassez, pour ses études *sur certaines modifications dans la composition du sang chez l'homme malade.*

3° Un prix de 2400 francs à M. Méhu qui, dans plusieurs Mémoires, a fait connaître certains progrès dans l'art de guérir,

en recherchant la composition, par rapport au sang, des liquides épanchés dans les cavités naturelles et accidentelles, et tirant de cette connaissance des déductions pour le pronostic et le traitement.

Une mention avec un encouragement de 1000 francs à chacun a été accordée à MM. Bérenger-Féraud, Létiévant et Péter.

Neuf autres travaux ont en outre été signalés.

Prix de physiologie expérimentale. — Deux prix ont été décernés :

1° Un prix au travail de MM. Arloing et Tripier, *sur les conditions de la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés.*

2° Un prix aux *Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série des vertébrés*, par M. Sabatier.

Prix Trémont. — L'Académie a décerné ce prix à M. Achille Cazin, professeur au lycée Condorcet, et lui en a réservé la jouissance pendant les années 1873, 1874, 1875.

Prix Gegner. — Ce prix a été décerné à M. Gaugain, pour l'aider à poursuivre ses travaux sur l'électricité et le magnétisme.

Plusieurs prix n'ont pas été décernés. Ce sont :

1° Le grand prix des sciences mathématiques.
2° Le prix Bordin. (Température de la surface du Soleil.)
3° Le prix Barbier. (Botanique.)
4° Le prix Savigny.
5° Le prix Godard.
6° Le prix des Arts insalubres.

2

Séance publique annuelle de l'Académie de médecine.

L'Académie nationale de Médecine a tenu, le 4 mai 1875, sa séance publique annuelle.

Un rapport du docteur Henri Roger sur les prix décernés par l'Académie, et la lecture de l'*Éloge de Cruveilhier* par M. Béclard, secrétaire perpétuel de l'Académie, ont composé la moitié du programme de la séance. Le reste a été rempli par la proclamation des prix décernés. Voilà la liste de ces prix.

Prix de l'Académie. — Ce prix devait être décerné au meil-

leur travail inédit sur la physiologie expérimentale. Il était de la valeur de 1,000 francs.

Aucun mémoire n'a été adressé pour concourir.

Prix fondé par le baron Portal. — L'Académie devait décerner ce prix au meilleur mémoire sur une question d'anatomie pathologique. Il était de la valeur de 2,000 francs.

Un seul mémoire a concouru.

L'Académie décerne le prix à ses auteurs, qui sont :

M. le docteur Martin (Charles-Ernest), ex-médecin de la légation de France en Chine;

M. Chudzinski (Théophile), aide-préparateur au laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études.

Prix fondé par madame Bernard de Civrieux. — L'Académie avait proposé la question suivante : « Du rôle du système nerveux dans la production de la glycosurie. » Ce prix était de la valeur de 900 francs.

Il ne s'est présenté aucun concurrent.

Prix fondé par le docteur Capuron. — Ce prix devait être décerné au meilleur travail sur un sujet quelconque de la science obstétricale. Il était de la valeur de 1,000 francs.

Sept mémoires ont été adressés à l'Académie pour ce concours.

Aucun d'eux n'a paru mériter le prix; mais l'Académie accorde, à titre d'encouragement, une somme de 800 francs à M. le docteur H. Charles, de Liége, auteur du mémoire inscrit sous le nº 7, portant pour épigraphe : « *La grossesse est une mer orageuse sur laquelle la mère et son enfant voguent pendant neuf mois.* »

Prix fondé par le docteur Barbier. — Ce prix devait être décerné à celui qui aurait découvert des moyens complets de guérison pour des maladies reconnues le plus souvent incurables, comme la rage, le cancer, l'épilepsie, les scrofules, le typhus, le choléra-morbus, etc. (extrait du testament).

Des encouragements pouvaient être accordés à ceux qui, sans avoir atteint le but indiqué dans le programme, s'en seraient le plus rapprochés. Il était de la valeur de 2,000 francs.

Cinq ouvrages ou mémoires ont été adressés pour ce concours.

Il n'y a pas eu lieu à décerner le prix; mais l'Académie a accordé, à titre d'encouragement, une somme de 500 francs à M. le docteur Félix Planat, de Villore-Ville (Puy-de-Dôme), auteur du mémoire nº 5, ayant pour épigraphe : *Rerum cognoscere causas.*

Prix fondé par le docteur Ernest Godard. — Ce prix devait être décerné au meilleur travail sur la pathologie interne. Sa valeur était de 1,000 francs.

Six concurrents se sont présentés.

L'Académie décerne le prix à M. le docteur L. Taon, de Nice (Alpes-Maritimes), pour son travail inscrit sous le n° 2 et ayant pour titre : *Recherches sur l'anatomie pathologique de la tuberculose.*

Prix fondé par Orfila. — La question posée par l'Académie était la suivante : « De l'aconitine et de l'aconit. » Ce prix était de la valeur de 2,000 francs.

Deux mémoires ont été adressés pour concourir.

Il n'y a pas lieu à décerner le prix; la même question sera maintenue pour le concours de 1876.

Prix fondé par M. le docteur Rufz de Lavison. — La question posée par le fondateur était la suivante : « Établir par des « faits exacts et suffisamment nombreux, chez les hommes « et chez les animaux qui passent d'un climat dans un autre, « les modifications, les altérations de fonctions et les lésions « organiques qui peuvent être attribuées à l'acclimatation. »

Comme pour les autres prix que décerne l'Académie, les médecins français et étrangers étaient admis à ce concours. Le prix était de la valeur de 2,000 francs.

Un seul mémoire a concouru, mais il n'y a pas lieu à décerner le prix.

Prix fondé par le docteur Saint-Lager. — Extrait de la lettre du fondateur : « Je propose à l'Académie de médecine une « somme de 1,500 francs pour la fondation d'un prix de pa- « reille somme, destiné à récompenser l'expérimentateur qui « aura produit la tumeur thyroïdienne à la suite de l'adminis- « tration, aux animaux, de substances extraites des eaux ou « des terrains des pays à endémie goîtreuse. »

Le prix ne devait être donné que lorsque les expériences auraient été répétées avec succès par la commission académique.

L'Académie n'a reçu aucun mémoire pour ce concours.

Prix fondé par le docteur Falret. — La question suivante avait été mise au concours : « De la folie dans ses rapports « avec l'épilepsie. » Ce prix était de la valeur de 1,000 francs.

Aucun concurrent ne s'est présenté.

3

Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Nantes, 19-26 août 1875.

Non-seulement l'*Association française pour l'avancement des sciences* est en voie de prospérité, car le nombre de ses membres, qui croît constamment, dépasse maintenant 1800, mais encore les sessions qu'elle tient sont de plus en plus suivies par les souscripteurs. La session de Nantes a présenté, à cet égard, un accroissement notable, car on n'évalue pas à moins de 650 le nombre des membres de l'Association présents dans cette ville pendant la durée du Congrès.

La municipalité de Nantes, qui, ainsi que le Conseil général du département, avait voté une importante subvention, avait décidé, en outre, que des fêtes diverses auraient lieu pendant la durée et à l'occasion de cette solennité; aussi la population nomade de la ville s'était-elle accrue considérablement, de sorte qu'à certains jours les rues présentaient une animation extraordinaire.

Mais laissons ces fêtes extra-scientifiques, pour nous borner au compte rendu sommaire des travaux du Congrès.

La séance d'inauguration, qui eut lieu au Grand-Théâtre, comportait, suivant le programme habituel, quelques discours officiels. Le Président de l'Association, M. *Ad. d'Eichthal*, président de la compagnie des chemins de fer du Midi, fit à grands traits un intéressant tableau du *rôle des forces de la nature dans l'industrie*. Ce discours, applaudi à juste titre, en montrant l'importance du développement de l'industrie à notre époque, rappelle les progrès accomplis dans ces dernières années et, par quelques exemples, par quelques chiffres habilement choisis, permet de se rendre compte des richesses dues à l'application rationnelle de la science à l'industrie. Le maire de la ville de Nantes, M. *Lechat*, prit ensuite la parole pour adresser la bienvenue aux membres du Congrès, ce qu'il fit en termes excellents.

Le discours du secrétaire-général, M. le *Dr Ollier* (de Lyon), sur la *Session de Lille en* 1874, bien que remarquable, ne fut peut-être pas goûté du public autant qu'il le méritait : la faute

en est sans aucun doute au plan même de ce rapport qui, comme celui de l'année 1874, passe en revue les travaux qui ont été présentés à la session précédente. Cette révision rétrospective arrivant après la publication des comptes rendus semble une superfétation que, croyons-nous, l'on devra éviter à l'avenir.

Le trésorier, M. *G. Masson*, présenta ensuite un court rapport sur l'*état financier de l'Association*, duquel il résulte que, à ce point de vue, l'Association est très-prospère.

A la sortie de cette séance d'ouverture, les membres qui y avaient assisté se dirigèrent vers le nouveau Muséum d'histoire naturelle, dont l'inauguration avait été réservée au Congrès. Quelques discours furent encore prononcés, tant par le directeur du musée que par le maire de la ville et le président de l'Association. Ce musée, qui n'a pu être organisé et mis en ordre en temps utile que grâce au zèle du directeur, M. *Dufour*, remplace avantageusement l'ancien musée, qui était indigne d'une ville aussi importante et aussi riche que Nantes.

Deux séances générales eurent lieu pendant la session de 1875. Dans la première, on entendit successivement M. *Roussin*, qui présenta un résumé des résultats acquis sur la question toujours actuelle du *Pôle Nord;* M. *Lorieux*, ingénieur des mines, qui fit connaître, dans un travail très-intéressant, les *Ressources salicoles et minérales du département de la Loire-Inférieure;* et M. le Dr *A. Moreau*, de l'Académie de médecine, qui exposa les expériences et les recherches qu'il a effectuées sur le *rôle de la vessie natatoire des poissons*, recherches desquelles il semble résulter que, contrairement aux idées qui avaient cours jusqu'alors, cet organe ne peut être d'aucune utilité à l'animal dans ses mouvements d'ascension et de descente au sein du liquide. La seconde séance générale, qui eut lieu le 25 août, comprit les communications suivantes : M. *Marey*, qui voulut bien faire connaître ses dernières applications de l'*enregistrement des phénomènes physiologiques;* M. le Dr *Béchamp*, professeur à la Faculté de médecine de Montpellier, qui exposa ses idées sur les *fonctions des microzymas et leur rôle dans la nature;* M. *Quivogne*, qui résuma un sujet spécial qu'il avait traité dans la 15e section, sur l'*influence de l'exportation des chevaux;* enfin M. le Dr *P. Broca*, qui traita avec sa compétence bien connue et son charme habituel *l'Anthropologie de la Bretagne.*

Les séances de section, qui constituent en somme la partie la plus importante du Congrès, commencèrent dès le vendredi 20 août. Nous allons passer en revue, bien sommairement, les

diverses sections, en indiquant en quelques mots les principaux travaux qui y furent présentés.

1re et 2e sections : *Mathématiques, Mécanique, Astronomie.* — Président M. *Mannheim*, professeur à l'École polytechnique. — Il est presque impossible de donner une idée des travaux de cette section sans entrer dans des détails trop spéciaux pour trouver place ici. Nous devons nous borner à signaler un mémoire de M. *Hermite*, membre de l'Institut ; un travail de M. *de la Gournerie*, inspecteur des Ponts et Chaussées, sur les *arches biaises* ; des recherches de M. *Mannheim*, sur la *surface de l'onde* ; de M. *Collignon*, ingénieur des Ponts et Chaussées, sur la *résolution des équations numériques* ; de M. *Liguine*, professeur à l'Université d'Odessa, sur les *systèmes articulés* (M. Liguine a trouvé, après le colonel Paucellier, mais sans connaître les travaux de celui-ci, la solution du problème de la transformation exacte du mouvement circulaire alternatif en rectiligne alternatif) ; M. *Hatt*, ingénieur hydrographe de la marine, fit connaître les résultats des *observations du passage de Vénus* exécutées à l'île Campbell par la Commission dont il faisait partie. Signalons encore des travaux importants à divers titres de MM. le colonel *Parmentier*, *Picquet*, *Laisant*, *Fouret*, *Halphen*, *Deprez*, etc.

3e et 4e sections : *Génie civil et militaire, navigation.* — Président M. *Ch. Bergeron*, ingénieur civil. — Bien qu'un certain nombre de questions techniques ne puissent trouver place ici, les travaux sont cependant moins abstraits et il est plus facile de rendre compte de l'intérêt qu'ils présentaient. M. *de Broca*, capitaine du port à Nantes, a présenté une disposition fort ingénieuse pour le *pointage des bouches à feu* qui fait disparaître les inconvénients des mires ordinaires : cette disposition, qui a été appliquée pendant la guerre de 1870, a donné de bons résultats ; il a également fait connaître un projet de *bateau de sauvetage* sur lequel il est difficile d'avoir une opinion exacte avant la construction et les expériences auxquelles il doit donner lieu. M. *P. Guieysse*, ingénieur hydrographe, a donné le résultat de ses recherches sur la *propagation de la marée dans les fleuves* ; cette question intéresse spécialement les villes qui, comme Nantes, situées sur un fleuve, se trouvent à quelque distance de l'origine. M. *Joly*, inspecteur des Ponts et Chaussées, a indiqué les résultats obtenus dans la Loire par l'emploi de la *drague Bazin* pour l'enlèvement des sables et des vases ; la drague agit par l'emploi d'une pompe à force centrifuge qui aspire et refoule ensuite l'eau tenant en suspension

le sable et la vase; les résultats ont semblé satisfaisants lorsque les sables étaient fort mobiles et mis facilement en suspension. M. *Bergeron* a rappelé le procédé qu'il avait présenté à Lille pour le *désensablement des ports*. Des tubes percés reposant sur le fond donneraient écoulement à de l'eau sous pression qui remuerait les sables et ceux-ci, mis en suspension, pourraient être entraînés par des courants naturels ou artificiels; peut-être ce procédé pourrait-il être employé sur la Loire. La question des distributions d'eau fut étudiée à divers points de vue par *M. Cleftie*, qui a fait connaître les résultats de la *filtration* obtenue à Toulouse par des galeries ouvertes dans le gravier; par M. *Gobin*, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a fourni d'intéressantes explications sur les galeries de filtration de Lyon; par M. *Lemoine*, qui a décrit un *compteur à eau;* par M. *Groc*, qui a indiqué le système des *bornes-fontaines intermittentes* employées à la Rochelle; M. *Gobin* et M. *Bourdelles*, ingénieurs des Ponts et Chaussées, ont donné des renseignements sur l'*emploi de la dynamite;* le premier a indiqué les résultats obtenus à Lyon en 1871 pour la rupture de la glace; le second a fait connaître les dispositions prises à Lorient pour enlever une roche sous-marine à l'entrée du port. Le *tunnel sous la Manche* a été l'objet d'une communication de M. *Bergeron*, qui a fait connaître l'état actuel de la question. Dans un autre ordre d'idées, il convient de citer un travail de M. *Le Goarand de Tromelin*, enseigne de vaisseau, sur un appareil, le *sillographe*, qu'il destine à l'enregistrement automatique des divers mouvements d'un navire; et un autre de M. *Marey*, qui a présenté un appareil qui lui paraît pouvoir servir à remplacer le loch à bord des navires pour l'évaluation de la vitesse.

5e et 7e sections. *Physique et Météorologie.* — Président M. *Gavarret*, professeur à la Faculté de médecine de Paris. — La météorologie n'a été représentée que par un petit nombre de travaux dans cette session; M. *Arson* a présenté un nouvel *anémomètre* qui rentre dans la classe des appareils manométriques; M. le Dr *Hureau de Villeneuve* a présenté des observations intéressantes sur la *formation des nuages*, basées en grande partie sur les recherches expérimentales de Sivel et de Crocé-Spinelli; enfin M. l'*abbé Durand* a résumé ce que l'on sait aujourd'hui de *la météorologie et la physique du pôle Nord.* — Les travaux de physique pure ont été plus nombreux et fort intéressants pour la plupart. M. *Andrews*, de Belfast, a fait connaître ses expériences sur les *gaz à haute pression;* les condi-

tions de liquéfaction des gaz et des vapeurs présentent des particularités qu'il a mises en évidence et qui jusqu'à présent n'étaient pas connues. M. *Merget*, de Lyon, a donné les résultats de ses recherches sur la *thermo-diffusion* produite par la présence d'un corps poreux rempli d'une poudre inerte, mouillé et chauffé; les phénomènes nouveaux qui se présentent alors semblent devoir être applicables à l'explication de faits de physiologie végétale. M. *Cornu*, professeur à l'École polytechnique, a présenté plusieurs mémoires sur l'optique, parmi lesquels deux sont absolument spéciaux; le troisième comprend la détermination de la vitesse de la lumière faite entre l'Observatoire et la tour de Montlhéry (distance, 23 kilomètres), par la méthode de M. Fizeau : il résulte de ces recherches que la vitesse de la lumière est de 300 400 kilomètres par seconde, avec une erreur probable de 300 kilomètres seulement. M. *Gripon*, professeur à la Faculté des sciences de Rennes, a répété un certain nombre d'expériences que l'on peut exécuter avec des lames de collodion; il a montré en particulier leur emploi en acoustique. Enfin nous citerons encore un travail de MM. *Bertin* et *Demance*, sur la conservation des coques des navires en fer par une méthode électrochimique; on conçoit tout l'intérêt qui s'attacherait à cette question, si les résultats favorables obtenus jusqu'à présent étaient vérifiés et reconnus susceptibles d'applications réellement pratiques.

6e section. *Chimie.* — Président M. *Wurtz*, professeur à la Faculté de médecine de Paris. — Nous retrouvons ici un grand nombre de questions que nous devons passer sous silence à cause de leur trop grande spécialité, et nous ne citerons que les travaux suivants : MM. *Friedel* et *Guérin* ont présenté l'ensemble des recherches qu'ils ont exécutées sur un corps mal connu, le *titane*, et qui les ont conduits à déterminer de nouveaux composés. M. *Friedel* a indiqué également le résultat de ses expériences sur un composé nouveau d'acide chlorhydrique et d'oxyde de méthyle. M. *Wurtz* a entretenu la section des *densités de vapeur* anormales, travail faisant suite à celui qu'il a présenté au Congrès de Bordeaux. M. *Franchimont*, professeur à l'Université de Leyde, MM. *Grimaux*, *Œchsner*, *Silva*, *Willm*, *Girard* et *Lorin*, ont également donné des travaux de chimie organique impossibles à analyser. Parmi les sujets dont l'intérêt est plus facile à saisir, nous citerons un exposé de M. *Dumas*, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, relatif à l'*emploi des sulfo-carbonates* contre le phylloxera. M. *Pasteur*, membre de l'Institut, avait envoyé un travail sur

la *fermentation;* les ferments seraient, d'après ses recherches, des organismes ordinaires, doués de la propriété de s'accommoder à des conditions de respiration autres que celles qui sont propres aux plantes ordinaires et donnant lieu alors à des phénomènes spéciaux. M. *Lamy*, professeur à l'École centrale, a étudié, à propos de la fabrication du sucre, la *solubilité de la chaux* dans l'eau pure. M. *Pésier*, de Valenciennes, et M. *Balard*, membre de l'Institut, ont exposé différents procédés de recherche et d'extraction de la soude et de la potasse. M. *Gautier*, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, a indiqué un nouveau *procédé de dosage* de l'arsenic. Avec M. *Schützenberger* et ses belles recherches sur les *matières albuminoïdes*, nous retrouvons la chimie organique. M. *Ladureau*, de Lille, a donné des renseignements intéressants sur le *noir d'aniline*. M. *Tanret*, de Troyes, a fait connaître un nouveau procédé d'extraction de la *digitaline*. M. *Salet* aborde une question qui confine à la physique dans l'étude des conséquences théoriques de l'existence des spectres multiples, de même que M. *V. Deshayes*, qui a étudié l'application du spectroscope à la fabrication de la fonte, du fer et de l'acier; ce mémoire a donc un but essentiellement pratique, comme celui de M. *Alfred Renouard* fils, de Lille, sur une méthode chimique de désagrégation des lins.

8e section. *Géologie et Minéralogie.* — Président M. *Dufour*, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Nantes. — La 8e Section n'a pas entendu autant de communications que l'on aurait pu s'y attendre, ce qui ne veut pas dire que les travaux ont manqué d'intérêt; le Congrès de géologie, qui se tenait à Genève à la fin d'août, a probablement empêché nombre de géologues de venir à Nantes. Les mémoires les plus importants sont les suivants : M. *Vélain* a donné un résumé des recherches qu'il a entreprises à l'île Saint-Paul (mission du passage de Vénus), et sur les points qu'il a pu étudier pendant la traversée. M. *G. de Tromelin* a présenté un travail exécuté en collaboration avec M. *Lebesconte* sur les *fossiles siluriens* des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure et du Morbihan; ce travail a généralement paru être d'une grande valeur. M. *Nivoit*, ingénieur des mines, a indiqué la *distribution des phosphates fossiles* dans les Ardennes; cette question est, comme on le sait, d'une véritable actualité, ces phosphates étant utilement employés comme engrais en agriculture : aussi a-t-elle donné lieu à des observations sur la distribution des *gisements de phosphates fossiles* dans le sud-est

de la France, par M. *Lory*, doyen de la Faculté des sciences de Grenoble, qui a présenté en outre un travail sur la *dislocation des roches* dans les pays de montagnes. Citons encore un travail de M. *Dufet*, sur l'application à la géologie des résultats fournis par l'étude de la *conductibilité thermique* des roches schisteuses; des recherches de M. le *comte de Limur* sur la *minéralogie de la Bretagne*, que ses études ont contribué à faire bien connaître, etc.

9e section. *Botanique.* — Président M. *Baillon*, professeur à la Faculté de médecine de Paris. — Le zèle actif et intelligent du président est parvenu à donner une animation vraie à cette Section, où les travaux avaient quelque peu fait défaut les années précédentes. Nous retrouvons au premier rang M. *Merget*, de Lyon, qui expose le résultat de ses recherches sur les *échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère*, qu'il rattache aux phénomènes de thermo-diffusion. M. *Baillon* a fait une très-intéressante communication sur les *amentacées*. M. *de Lanessan* a fait connaître l'*organisation florale des zostera* et le *mode de formation des faisceaux fibro-vasculaires*. M. *Sirodot* a résumé ses recherches sur la classification et le développement des *Batrachospermum*. M. *J. Chatin* a présenté un travail sur les *glandes foliaires intérieures*. M. *Dutailly* a exposé les principaux détails relatifs au développement et à la structure de l'*Aponogeton distachyum*. M. *Branza*, professeur à l'Université de Bucharest, a indiqué le plan d'une *Flore roumaine*, etc.

10e section. *Zoologie.* — Président M. *L. Vaillant.* — M. *Léon Bureau* a présenté d'intéressantes observations sur l'*aigle botté*, qui paraît offrir deux types distincts. M. *Giard*, professeur à la Faculté des sciences de Lille, a donné communication de plusieurs travaux, l'un sur l'*embryogénie de la Molgula socialis*, un autre sur une délimitation des embranchements des *Mollusques* et des *Articulés*, un troisième sur l'embryogénie des *Gastéropodes pectinibranches*. M. *Lortet*, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, a étudié sur place les *éponges de Syrie*, au point de vue de leur organisation et de leur reproduction; il a fait connaître ensuite la *faune du lac de Tibériade*, qui lui semble indiquer une communication ancienne entre les eaux du lac et celles de la mer. M. *J. Chatin* fournit des renseignements sur les *fosses nasales des mammifères*, au point de vue ostéologique, sur quelques *helminthes* nouveaux, sur la structure anatomique des *glandes à castoréum*. M. *Eudel* a présenté une collection de *Mollusques ptéropodes* que plusieurs savants n'ont pas hésité à regarder comme une des plus importantes qui existent. Citons

encore un travail de M. *Sirodot* sur les *éléphants du mont Dol*, diverses communications de MM. *de Laleu*, *Lataste*, et un travail du président, M. *L. Vaillant* sur les *lézards trouvés dans l'ambre* (pendant la session, M. L. Vaillant reçut l'avis officiel de sa nomination de professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris).

11e section. *Anthropologie.* — Président *M. de Mortillet.* Cette section, comme les années précédentes, a entendu de nombreux et intéressants travaux, qui ont donné lieu souvent à d'importantes discussions. M. le docteur *Lagneau* a donné l'*Ethnogénie des populations du nord-ouest de la France*; ce travail, qui fait suite à ceux présentés par le même savant dans les congrès précédents, contribuera à former un traité complet de l'ethnogénie de la France. La question des *rondelles crâniennes*, soulevées en 1874, à Lille, par M. Prunières, est le sujet de discussions et de remarques de la part de MM. *Chauvet*, *Broca*, *Prunières*, etc. L'*incinération* des morts et les *rites funéraires préhistoriques* en Scandinavie, traités respectivement par MM. Prunières et Waldemar Schmidt, servirent également de points de départ à d'intéressantes communications; la présentation d'un certain nombre de crânes anciens a donné lieu à diverses remarques qui ont étendu les limites des questions qui s'étaient posées tout d'abord. Il convient de citer des observations relatives aux *mœurs des populations préhistoriques* de l'Europe Occidentale par MM. *Phené* et l'amiral *Ommaney* de Londres, aux *mœurs des Canariens primitifs* par le docteur *Chilly Naranjo*. M. *Salmon* a fourni d'intéressants renseignements sur l'*archéologie préhistorique dans l'Yonne*, M. *Gassies* sur les *progrès des sciences préhistoriques dans le sud-ouest de la France*. En se plaçant à un autre point de vue, la section a entendu les observations de M. Broca sur l'*influence des alliances entre consanguins*, question qui prenait une importance spéciale d'une excursion faite au *bourg de Batz*, pays dans lequel les familles s'allient entre elles et dont la population est très-belle; cette excursion donna lieu également à des remarques intéressantes au point de vue linguistique, la langue parlée dans la presqu'île de Batz ne se rattachant à aucun des dialectes des contrées voisines. Enfin la présentation d'un *microcéphale* de quatorze ans fut l'objet de discussions remarquables à tous égards.

12e section. *Sciences médicales.*—Président M. *Leudet*, directeur de l'École de médecine de Rouen. — Dans cette section également, les travaux ont été nombreux et intéressants; mais

la plupart se rapportent à des sujets trop spéciaux pour que nous croyions pouvoir y insister; quelques-uns cependant doivent être signalés à cause de leur importance générale à un point de vue ou à un autre, comme, par exemple, la communication de M. *Claude Bernard* sur la *chaleur animale*, celle de M. *Marey*, professeur au Collége de France, sur un appareil destiné à mesurer *la pression et la vitesse du sang* dans les artères. M. *Toussaint*, de Lyon, donne le résultat de ses recherches sur le *mécanisme du vomissement*, etc. M. *Viaud Grand-Marais*, de Nantes, présente une note sur le *venin des serpents*, qui a donné lieu à une discussion assez importante. Parmi les sujets spéciaux de médecine ou de chirurgie nous citerons un travail de M. *Lecadre*, du Havre, sur la *phthisie*; une communication de M. *Lancereaux*, agrégé à la Faculté de médecine de Paris, sur la maladie de Bright; des recherches de M. de *Sinéty* sur les *follicules de Graaf*; un travail de M. *Fieuzal* sur le *peigne des oiseaux*; un mémoire de M. *Courty* sur l'*emploi du caoutchouc en chirurgie*, etc.

13e section. *Agronomie*. — Président M. *P. P. Dehérain*, professeur à l'École de Grignon. — La section d'agronomie, pendant la durée du Congrès, fit une excursion spéciale à l'École d'agriculture de Grand-Jouan, qui fut une des parties les plus intéressantes de la session; cette excursion comportait également une visite au domaine de la Fée-des-Bois, où l'on s'occupe spécialement de l'élevage des animaux de l'espèce bovine. Parmi les travaux les plus importants présentés en section, nous citerons spécialement: un travail de M. *Bobierre* sur les travaux exécutés au laboratoire d'analyse de la Loire-Inférieure dont il est directeur; une communication de M. *Barral* sur le *rendement probable* de la récolte de blé de la France; un mémoire de MM. *Dehérain* et *Fremy*, sur les *betteraves à sucre*; un autre mémoire de MM. *Dehérain*, sur la *germination*; M. *Renouard* fils a donné des renseignements intéressants sur la culture du lin en Belgique et dans le nord de la France; M. *de la Blanchère* a parlé du *repeuplement des cours d'eau* en Amérique; M. *Bobierre* a présenté les recherches qu'il a exécutées sur le *guano* et a fourni par là l'occasion d'une intéressante discussion. Quelques autres travaux ont été soumis à la section par MM. *Champion* et *Pellet*, par M. *de la Roche-Macé*, par M. *Léveillé*, etc.

14e section. *Géographie*. — Président M. *l'abbé Durand*. — Le Congrès de géographie était à peine terminé lorsque s'ouvrit le Congrès de Nantes; aussi les géographes étaient-ils

peu nombreux dans cette ville. La question des expéditions au pôle Nord fut traitée dans un assez grand nombre de communications : MM. *l'abbé Durand*, *Hureau de Villeneuve*, *Grad*, etc., étudièrent ce sujet à divers points de vue spéciaux. M. le commandeur *Negri*, président de la Société de géographie d'Italie, fit l'histoire des opinions sur la température au pôle Nord ; enfin M. l'amiral *Ommaney* (de Londres) intéressa vivement les auditeurs en racontant ses impressions personnelles dans le voyage qu'il fit à la recherche de sir John Franklin. En dehors de ce sujet, nous citerons une communication de M. *Hureau de Villeneuve* sur la *Birmanie*, un travail de M. *Roussin* sur les débouchés probables de l'*Afrique équatoriale*, un historique de la *Société de géographie* de Bordeaux par M. *Manès*; une présentation d'une *carte de la France en relief*, au millionième, par M. *Levasseur*; des renseignements divers sur la *cartographie*, par le même savant et par M. *G. Renaud*, etc.

15e section. *Économie politique et statistique.* — Président M. *Levasseur*. — Cette section sort un peu, par la nature de ses travaux, des sciences proprement dites ; d'ailleurs il serait peu intéressant de signaler seulement les titres des communications, il faudrait pouvoir indiquer le sens et les résultats des discussions qui en ont été la conséquence, ce qui nous entraîne rait trop loin. Nous nous bornerons à signaler seulement les titres de quelques-uns des travaux les plus importants et qui se rattachent le plus directement aux sciences proprement dites :

M. *Goullin*, sur *l'industrie salicole dans l'Ouest;* M. *Limousin*, sur *les brevets d'invention;* M. *Brissoneau*, sur *la construction mécanique à Nantes;* une discussion sur *l'amélioration de la Loire* provoquée par un travail de M. *Goullin;* divers mémoires sur *les Chemins de fer* de MM. *Poirier*, *G. Renaud*, *Ach. Bazaine*, etc.

A cette section ressortissent aussi les questions de pédagogie, qui ont été représentées spécialement par une note de M. *Manès*, sur l'*École supérieure de commerce de Bordeaux;* des remarques de MM. *de Bagnaux* et *Goclart*, sur les *méthodes de l'École Monge;* des communications sur l'*Hygiène scolaire* de Mme *Meunier*, sur l'*Éclairage diurne des écoles* de M. *E. Trélat*, etc.

Comme les années précédentes, des conférences eurent lieu le soir pendant la durée du Congrès. La première, faite par M. *Bureau*, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris,

avait pour titre l'*Histoire naturelle à Nantes;* le conférencier, en faisant connaître les travaux exécutés dans la région dans cet ordre d'idées, exposa en même temps le caractère du pays nantais au triple point de vue géologique, botanique et zoologique; de nombreuses projections aidaient à la démonstration. La deuxième conférence sur l'acoustique, le *timbre des sons*, fut faite par M. *Gavarret*, professeur à la Faculté de médecine de Paris; là aussi des expériences bien choisies, convaincantes et qui réussirent fort bien, permettaient aux auditeurs de suivre le développement des idées de l'orateur. On parut seulement regretter généralement que M. Gavarret n'ait pu s'étendre autant qu'on l'aurait désiré sur le timbre, qui était le point capital de la conférence et qui fut en effet traité un peu trop rapidement.

Les travaux, les communications de diverses sortes ne sont pas les seuls points intéressants des congrès : il convient d'y joindre les visites industrielles, les excursions.

Les visites furent nombreuses à Nantes : nous citerons, en espérant n'en point omettre, les usines qui ont ouvert leurs portes aux membres du Congrès : la *fabrique de conserves alimentaires* de M. *Lechat*, maire de Nantes et président du comité local, qui, à ce double titre, a puissamment concouru au succès de la session; la *savonnerie* de M. *Serpette;* une *fabrique de plomb de chasse;* la *manufacture des tabacs;* la *fonderie* et les *forges* de M. *Voruz;* les *raffineries* de M. *Étienne* et de M. *Massion;* la *fabrique de vitraux* de M. *Denis*. Il faut joindre à ces usines celles qui ont été visitées pendant les excursions et dont nous allons parler.

La première excursion avait Saint-Nazaire pour but. On descendit la Loire en bateau à vapeur, recueillant des renseignements précieux de la bouche des ingénieurs et des savants du pays qui nous accompagnaient et qu'on accablait de questions. A Saint-Nazaire, on visita en détail les paquebots et les ateliers divers de la Compagnie Transatlantique, puis on se rendit sur les chantiers du nouveau bassin, ouvrage considérable en cours d'exécution et sur lequel on put obtenir des indications pleines d'intérêt de MM. *de Carcaradec* et *Kerviler*, ingénieurs des ponts et chaussées attachés à ces travaux. Nous ne pouvons passer sous silence le lunch qui fut offert par la municipalité de Saint-Nazaire, et surtout le splendide déjeuner qui réunissait deux cents vingt membres du Congrès au moins et qui était donné par la Compagnie générale Transatlantique. Le retour eut lieu en chemin de fer.

La deuxième excursion se fit en entier à bateau à vapeur, ce qui est bien décidément le meilleur mode de transport à employer, lorsqu'il est possible. On visita, à Couëron, une usine où l'on traite les minerais de plomb argentifère pour en retirer l'argent. A la Basse-Indre, l'usine de M. Laroche nous était ouverte; le travail du fer, les laminoirs, la forge, etc., comme toujours, intéressèrent les excursionnistes. De là on se rendit à Indret, de l'autre côté de la Loire; la visite de la *manufacture nationale* où se fait une grande partie des machines de toute espèce employées par la marine de l'État, était le but principal de l'excursion; on parcourut avec un très-vif intérêt les nombreux ateliers de cet établissement, qui à divers égards peut être considéré comme un modèle, et l'on dut partir sans avoir tout vu, mais après avoir eu le spectacle de la fonte d'une grosse pièce qu'on avait réservée pour les excursionnistes.

Outre ces excursions générales, diverses sections exécutèrent des excursions spéciales. Nous avons déjà parlé de la section d'agronomie à Grand-Jouan ; nous citerons encore les excursions de la section de géologie à Ancenis et à Monzeil, de la section de botanique au lac de la Grande-Brière, de la section d'anthropologie à la presqu'île de Batz : nous regrettons qu'il ne nous soit pas possible de nous y arrêter davantage.

Après la clôture du Congrès eut lieu une excursion qui, annoncée à l'avance, avait été une *great attraction*; mais les conditions dans lesquelles elle dut s'exécuter forcèrent de limiter le nombre des membres qui y participèrent. Le nombre ne put dépasser deux cents; encore fallut-il diviser l'excursion en deux groupes, qui visitèrent les mêmes lieux, mais dans un ordre différent. Sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient beaucoup trop loin, nous indiquerons sommairement le programme de l'un des groupes.

Partis de Nantes, le jeudi 26 août à sept heures du soir, par un train spécial, les excursionnistes couchèrent à Vannes; la visite du musée géologique et préhistorique installé dans la tour du Connétable, celle des collections de M. le comte de Limur, réunies dans son hôtel, remplirent la matinée du vendredi. On descendit en bateau à vapeur la rivière de Vannes et l'on s'engagea dans le Morbihan pour débarquer à l'île de Gavrinies, dont le propriétaire, M. le docteur Closmadeuc, nous fit les honneurs : le dolmen, renommé à juste titre, situé dans cette île, fut l'objet d'une visite pleine d'intérêt. De Gavrinies, on reprit le bateau à vapeur qui, à

travers des paysages délicieux, conduisit les excursionnistes à Auray, où l'on coucha le vendredi soir. Le lendemain, la journée fut employée à aller visiter, en voiture, Plouarnel et le dolmen qui s'y trouve, Carnac et ses fameux alignements, le mont Saint-Michel, tumulus recouvrant un dolmen, une station romaine découverte et fouillée par un Anglais, M. Mill, qui a déjà rassemblé de nombreux et intéressants objets; le retour se fit à Auray, où l'on coucha une seconde fois. Le dimanche matin, départ en voiture pour Locmariacquer, où l'on s'arrêta pour voir un dolmen et surtout un menhir remarquable qui s'y trouve. C'est là qu'eut lieu l'embarquement sur l'*Euménide*, corvette mise à la disposition du Congrès par M. le ministre de la marine, et dont le commandant, M. le capitaine Delhaye, montra une obligeance extrême et une grande amabilité pour les excursionnistes. A bord de ce navire, nous quittâmes le Morbihan pour entrer en pleine mer, et, laissant de côté la presqu'île de Quiberon, nous nous arrêtâmes à Belle-Ile, que, pressé par le temps, on ne put que visiter trop rapidement. Enfin, une dernière traversée, favorisée par un beau temps, comme les précédentes, nous conduisit à Lorient, où l'on se sépara, ayant ainsi prolongé de trois jours, dans une excursion charmante et intéressante, la durée officielle du Congrès.

Tel est, en résumé, et d'une manière bien sommaire, le compte rendu du Congrès de Nantes, où s'est affirmé de plus en plus le succès de l'*Association française pour l'avancement des sciences*. Tout incomplet qu'il soit, ce compte rendu peut donner une idée de l'importance de ces grandes assises scientifiques, des services qu'elles peuvent rendre dans nos départements en y provoquant une saine agitation dans l'ordre scientifique et intellectuel. Pour avoir d'ailleurs une idée exacte de l'importance de l'Association française, il convient de se rappeler que, outre les résultats fournis par le Congrès, elle aide encore au développement des sciences par des subventions accordées pour faciliter des recherches scientifiques : ces subventions, dont le chiffre va croissant depuis la fondation de l'Association, ont atteint, grâce à la libéralité de quelques membres qui ont ajouté des sommes importantes aux ressources propres de l'œuvre, la somme de neuf mille francs environ.

4

Congrès des sociétés savantes des départements, tenu à la Sorbonne, du 31 mars au 3 avril 1875.

Pour la dixième fois depuis l'institution de ce Congrès, les sociétés savantes des départements se sont réunies à la Sorbonne le 31 mars 1875, sous la présidence du Ministre de l'instruction publique.

Nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs l'analyse des principales communications qui ont été faites à cette assemblée, dans la section des sciences. Nous empruntons l'analyse de ces communications au journal *la Nature* de M. Gaston Tissandier, qui l'a publiée dans ses numéros du 8 et du 15 mai 1875.

« Les communications faites, dit le journal *La Nature*, à la réunion des Sociétés savantes sur l'étude des êtres vivants, comprennent des travaux relativement aux animaux et aux plantes, et quelques mémoires d'un ordre mixte, concernant des questions de physiologie et de chimie générale.

« M. le docteur de Pietra-Santa, membre de la Société de climatologie d'Alger, à la suite d'un mémoire sur la phthisie pulmonaire dans notre colonie africaine, a présenté des considérations sur l'acclimatement de l'Européen en Algérie. L'histoire prouve la facilité avec laquelle il s'accomplit, puisque l'Afrique méditerranéenne a été longtemps comme le grenier de Rome. Les faits actuels montrent, depuis la conquête, une décroissance constante de la mortalité des Européens. Les populations blondes du Nord, ainsi que l'a déjà fait voir M. le général Faidherbe, ont laissé leurs traces dans la Kabylie. La population d'Alger s'est élevée graduellement, depuis 1830, de 8000 à 65 000 Européens, et, dans les trois provinces, les naissances ont été peu à peu en s'accroissant et les décès en diminuant. La race indigène subit le contre-coup habituel et comme fatal de l'introduction de la race civilisée conquérante. Elle est descendue, en 42 ans, de 3 000 000 d'habitants à 2 100 000, perdant plus de 20 000 têtes par an. Il n'y a pas de croisements possibles de notre race avec une race en voie de dépérissement forcé. Le rêve d'un empire franco-arabe est tout à fait chimérique. C'est une population franco-italienne et franco-espagnole qui s'établira.

« M. Sirodot (de Rennes), doyen de la Faculté des sciences, continue ses explorations des gîtes à fossiles du mont Dol, voisin de la ville de Dol (Ille-et-Vilaine). Il a présenté, d'après plus de soixante individus différents, l'étude du système complet dentaire des mammouths du mont Dol, en insistant surtout sur les modifications d'épaisseur du plissement des lamelles d'émail. Il arrive à cette conclusion que ces animaux formaient les intermédiaires entre les Éléphants qui vivaient à l'époque tertiaire et le plus grand des Proboscidiens actuels, l'Éléphant des Indes (*Elephas indicus*, Linn.).

« M. Druilhet-Lafargue, secrétaire général de la Société linnéenne de Bordeaux, fait, au nom de M. Delfortrie, président de cette association, une communication sur la découverte d'un squelette entier de *Rytiodus*, mammifère sirénien d'un genre voisin du genre *Halitherium*, créé par Lartet. Parmi les différences notables qu'on a pu observer jusqu'ici entre les *Rytiodus* et les *Halitherium*, M. Delfortrie signale : 1° les caractères des dents tant incisives que molaires; 2° le développement considérable du vomer; 3° la forme générale du frontal, de l'interpariétaire, de l'occipital et de l'apophyse zygomatique; 4° la forme de l'encéphale. Le *Rytiodus Larteti*, Delf., a été trouvé à 1m,50 de profondeur dans le falun, sous le sol d'une prairie, près d'un petit ruisseau, à Saint-Morillon, canton de la Brède (Gironde). Dans la faune conchyliogique du domaine sur lequel ce squelette a été recueilli, on retrouve les espèces caractéristiques des faluns de Lariey et de Mérignac, qui sont eux-mêmes en synchronisme avec les dépôts fluvio-marins de Bazas. D'où cette conclusion : le *Rytiodus Larteti*, Delf., appartient au terrain miocène moyen, c'est-à-dire est exactement placé au même niveau géologique que celui d'où proviennent les incisives du *Rytiodus Capgrandi*, Lartet.

« M. Marion, de la Faculté des sciences de Marseille, expose les résultats de ses recherches sur la structure anatomique d'un Helminthe libre et marin, le *Drephanorus spectabilis*. Ce curieux Némertien n'est encore que très-incomplétement connu, quoiqu'il ait été successivement étudié par MM. de Quatrefages, Grube, Keferstein et Hubrecht. Son étude est très-importante en ce qu'il constitue un type particulier et compliqué parmi les Némertiens armés. La trompe, qu'il projette sur les petits animaux dont il a fait sa proie, est munie d'une plaque recourbée, granuleuse et jaunâtre, et de nombreuses petites pointes sont enchâssées dans la carène de cette plaque, qui offre aussi deux groupes de 16 à 20 vésicules urticantes, mul-

tiplicité qui correspond à la grande quantité des petits dards de l'armature principale. Les ganglions nerveux sont disposés comme ceux des autres Némertiens armés, et les troncs latéraux appartiennent à la région ventrale. L'appareil vasculaire offre une disposition assez remarquable. Il existe un vaisseau dorsal médian et deux vaisseaux latéraux situés à la face ventrale et, dans les anses transverses, mettent en communication ces trois canaux longitudinaux. Ces vaisseaux contiennent un liquide incolore, au sein duquel flottent des globules elliptiques, fort analogues à ceux du sang des oiseaux, légèrement aplatis, d'une belle couleur rouge, et dont le grand diamètre est égal de $0^{mm},01$. Le *Drepanophorus spectabilis* a une zone d'habitation très-étendue : on le pêche dans les régions coralligènes profondes du golfe de Marseille; il vit aussi sur les côtes de Naples et de Sicile, et enfin il existe également dans l'Océan.

« M. Valéry Mayet, membre de la Société d'histoire naturelle et d'horticulture de l'Hérault, donne communication d'un mémoire sur l'évolution curieuse et les mœurs d'un Coléoptère découvert par lui dans des sablières des environs de Montpellier. Cet animal, de la tribu des Cantharidiens, le *Sitaris colletis*, Mayet, appartient à cette catégorie si singulière d'insectes qu'on peut qualifier de malfaiteurs, et qui, non sans analogie avec les Coucous chez les Oiseaux, s'introduisent par ruse dans les nids d'autres insectes, afin d'amener la destruction de la progéniture légitime de la maison au profit de la postérité de l'envahisseur. Le grand intérêt qui s'attache au travail de M. Valéry Mayet nous engage à le réserver pour un article spécial et prochain.

« M. Dalmas (de Privas), membre de la Société des sciences naturelles et historiques de l'Ardèche, a entretenu l'assemblée de considérations intéressantes et d'un ordre très-élevé, mais fort difficiles à démontrer, sur la formation première de la cellule, soit animale, soit végétale. Il regarde la constitution élémentaire de l'être vivant comme analogue à celle des couples d'une pile voltaïque. La séve chez la plante et le sang chez l'animal fournissent les molécules assimilées et éliminées, tandis que les nerfs font l'office de fils conducteurs de l'électricité. M. Dalmas assure avoir obtenu la confirmation expérimentale suivante de ses principes : Qu'on remplisse, dit-il, de sang veineux noir un tube fermé, et qu'on y fasse passer de l'électricité négative, le sang noir devient aussitôt rutilant comme le sang artériel, tandis que ce sang redevient noir et veineux si on le fait traverser par de l'électricité positive, et

on peut alterner tant qu'on voudra cette opération, toujours avec le même résultat.

« M. Gareau, membre de la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, a étudié l'influence de la chaleur sur la rotation de l'acide carbonique et de l'oxygène dans les plantes et dans les animaux inférieurs, notamment sur certains Infusoires, le *Diselmis viridis*, et les Englènes vertes et rouges. Ses travaux complètent et étendent les anciennes expériences de ce genre faites par M. Morren sur l'oxygénation au soleil de l'eau et de l'air qui la touche par l'intervention des Infusoires.

« C'est à un ordre d'idées analogues que se rapporte le mémoire de M. le docteur A. Sicard, vice-président du Comité médical des Bouches-du-Rhône à Marseille, mémoire intitulé : « Résumé de dix années d'études pratiques sur l'eau de la mer Méditerranée, conservée à domicile; sur les plantes et animaux qui peuvent vivre dans ce milieu et que l'on peut étudier chez soi. » Pendant plus de dix ans, l'auteur a réussi à faire vivre et reproduire dans des vases de verre à large ouverture, remplis d'eau de mer, des éponges, des mollusques, des madrépores et des plantes marines. Il est nécessaire de remplacer par de l'eau douce l'eau d'évaporation, quand cette déperdition atteint un maximum de 5 millimètres. Il faut aussi donner aux appareils le plus d'air, de soleil et surtout de rayons lumineux que l'on peut obtenir. On observe que les plantes marines ont leur végétation la plus active à l'automne et surtout au printemps. Il se produit alors, sur les parois des vases, des incrustations de sels, qui ne sont plus solubles dans l'eau de mer, en même temps qu'il s'y développe des végétations vertes ou blanches, tombant au fond de l'eau quand leur période vitale est achevée. Par l'action des êtres organisés qu'elle contient, l'eau de mer des vases se sale ou se dessale d'elle-même, et quelquefois des courants s'y établissent. M. Sicard présente un grand nombre de ces petits aquariums de chambre, ainsi que des albums conservant sur papier les plantes ou autres êtres qui se forment journellement dans l'eau ou remontent à la surface du liquide. Un registre détaillé d'observations de jour et de nuit relève la température extérieure, celle de l'eau des vases, les degrés variables de salure et d'évaporation, selon les êtres qu'ils renferment, etc.

« M. Simonin, secrétaire perpétuel de l'Académie de Stanislas à Nancy, a examiné les variations de température du corps humain pendant les diverses périodes par lesquelles passent les sujets soumis à l'influence du chloroforme. Le

thermomètre était placé sous l'aisselle des opérés chloroformés. M. Simonin a constaté les faits suivants : 1° dans la première période, celle d'excitation, la température s'élève de 0°,1 à 0°,8; 2° dans celle d'anesthésie, dont profite le chirurgien, il y a abaissement de 0°,2 à 0°,8; 3° enfin, dans le collapsus qui succède à l'opération, un abaissement de 0°,9 s'ajoute au précédent. Au réveil, la température redevient celle du point de départ, parfois un peu augmentée, jusqu'à 0°,6. C'est l'action directe de la substance anesthésique, et non une influence des nerfs vaso-moteurs, qui produit les variations de température.

« M. le docteur Masse, agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier et chef des travaux anatomiques, a présenté un travail sur l'influence de l'attitude des membres sur leurs articulations. Nous indiquerons surtout ce qui concerne l'anatomie et la physiologie, c'est-à-dire les rapports qu'offre l'attitude avec la capsule synoviale, les ligaments, les surfaces articulaires, les muscles et toutes les parties molles péri-articulaires. En faisant varier l'angle que font entre eux les principaux leviers osseux, M. Masse a noté simultanément l'état de tension ou de relâchement, de rapprochement ou d'éloignement, de chacun de ces éléments. Pour la synoviale, il a pu juger des variations de capacité de cette cavité en adaptant à l'articulation un tube manométrique gradué, et déterminer ainsi, non-seulement la position où cette capacité est la plus grande, mais les variations de cette capacité aux différents temps de l'excursion des leviers. Certaines attitudes ont pour but de transformer les leviers brisés qui constituent le squelette de nos membres en colonnes solides, soit pour supporter le poids du corps, soit pour donner un point d'appui solide à un mouvement violent, à un effort quelconque. Ces attitudes mettent les os dans des conditions qui assurent le plus leur immobilité, qui maintiennent le mieux les rapports les plus favorables à la solidité de l'articulation pour résister aux déplacements et supporter le poids des parties supérieures du corps; mais ces positions sont loin de mettre en relâchement les parties molles. Ce sont des attitudes fatigantes, utiles seulement pour atteindre un but déterminé. D'autres positions, au contraire, mettent au repos les parties molles péri-articulaires. Elles correspondent avec le milieu de l'excursion des membres autour de leur axe de mouvement; c'est alors que la synoviale atteint son maximum de capacité, que les os sont le moins fortement rapprochés et supportent les plus faibles pressions. Par contre, ces attitudes sont liées au déplacement le plus facile des os, et c'est alors

que l'immobilité est la moins aisée à obtenir si, dans cette attitude, nos membres ne sont pas soutenus, si nous avons à lutter contre l'influence de la pesanteur. D'importantes conséquences résultent du travail de M. Masse pour les accessoires très-utiles lors du traitement des maladies articulaires. Il faut, au début du mal, tout en essayant de conjurer l'inflammation par les remèdes appropriés, aider le malade à garder l'attitude qu'il a choisie, comme instinctivement, et qui est la moins douloureuse pour lui. Dans une seconde période de l'affection, quand le sujet est sous l'influence de contractions spasmodiques et souvent involontaires des muscles, il est opportun de ramener l'attitude à celle du repos des parties péri-articulaires. Enfin, quand tout espoir de voir l'inflammation et les désordres articulaires disparaître est perdu, lorsque les ligaments sont en partie détruits et les surfaces osseuses érodées, alors que les membres n'obéissent plus guère qu'à la pesanteur, il faut choisir l'attitude du membre qui peut convenir, en cas d'ankylose espérée, à sa formation la plus importante, et le maintenir dans cette attitude, désormais unique pour lui, où il pourra rendre le plus de services au sujet.

« M. Duval-Jouve, membre de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier, communique à la réunion les résultats de ses recherches sur l'arrangement du tissu des feuilles des Graminées, et indique le rapport des principales dispositions de ce tissu avec les fonctions imposées par le milieu. Linné avait dit, et Palissot-Beauvois avait répété que les feuilles de toutes les Graminées avaient une même structure. Cette affirmation, et une certaine uniformité d'aspect, avaient sans doute détourné les botanistes de l'examen de cette structure, laquelle présente, au contraire, une extrême diversité. Les éléments de l'épiderme, des groupes fibreux hypodermiques, des faisceaux ou parenchyme vert et incolore, présentent des combinaisons très-variées. Quelques-unes sont propres aux Panicées et aux Andropogonées et toutes, dans un même genre, présentent des différences extrêmement prononcées, suivant que les espèces sont propres aux différents terrains.

« M. Violle, professeur de physique à la Faculté des sciences de Grenoble, et membre de la Société de statistique de l'Isère, fait connaître à la réunion un appareil, qu'il a imaginé pour déterminer la température moyenne du soleil. Il évalue celle-ci à environ deux mille degrés, et ses expériences ont été faites dans un grand nombre de localités différentes, notamment sur les sommets d'un grand nombre de pics des Alpes.

« M. Nodot, de Dijon, a présenté plusieurs instruments d'optique; ainsi un microscope polarisant offrant d'ingénieuses dispositions nouvelles, et un appareil destiné à démontrer avec projection les phénomènes de la réfraction conique, en remplaçant le cristal d'arragonite, ordinairement employé, par un cristal de bichromate de potasse ou d'acide tartrique. L'expérience, faite le 2 avril à la Société de physique par l'habile préparateur de la Faculté de Dijon, a mis en évidence pour les spectateurs la polarisation variable des différentes génératrices du cône de rayons réfractés. M. Nodot, dans la même séance, a produit des spectres à bandes d'interférence, en plaçant une lame cristalline entre deux rhomboèdres de spath d'Islande de même épaisseur, et disposés de manière à ne donner qu'une image réfractée.

« M. Abria, doyen de la Faculté des sciences de Bordeaux, a cherché à vérifier par expérience une conséquence de la construction classique d'Huygens, déduite de la théorie des ondulations, et qui donne les directions des rayons réfléchis et réfractés à la surface de séparation de deux milieux monoréfringents et biréfringents. Un rayon lumineux venant du vide, et tombant sur la surface d'un prisme biréfringent, se divise généralement en deux rayons, et ceux-ci éprouvant la réflexion totale sur la seconde face donnent naissance chacun à deux autres rayons, de sorte que la lumière se divise définitivement à l'émergence en quatre faisceaux. On peut, par le calcul, déterminer les angles de chaque rayon avec la face d'émergence, et, par suite, ceux qu'ils forment entre eux. Si l'observation donne les mêmes angles, on a un contrôle de la loi de la réflexion totale résultant de la construction, et par suite de la théorie. M. Abria a obtenu des valeurs observées assez voisines de celles de la théorie, ce qui est suffisant dans ces mesures délicates; il a opéré plus de cinquante mesures sur deux prismes, l'un de quartz, l'autre de spath d'Islande, taillés d'une manière quelconque.

« M. Terquem, professeur de physique à la Faculté des sciences de Lille, a perfectionné la vieille expérience des cours dite du *perce-verre*, de manière à obtenir des effets surprenants par leur intensité. Il faut avoir une source électrique de force suffisante et surtout réaliser un excellent isolement pour les deux tiges de métal, reliées aux pôles opposés de la source, et entre les pointes terminales desquelles doit passer l'étincelle perforante de l'électricité de tension. Deux manchons cylindriques verticaux en verre sont placés l'un au-dessus de

l'autre, leurs bases placées l'une contre l'autre et fermées par d'épaisses plaques de cristal, offrant vis-à-vis l'une de l'autre deux trous coniques, par lesquels passent les pointes également coniques des tiges de métal conductrices de l'électricité. Ces tiges occupent les axes des manchons, et sont entourées d'*arcanson* (mélange de cire et de résine) sur une grande longueur. Entre les deux plaques parallèles des verres de fond, on glisse la lame de verre à percer, huilée à sa surface. Cet appareil a percé : 1° avec une machine de Holtz à deux plateaux des lames de glace de 15 millimètres d'épaisseur, et, en déplaçant légèrement la lame, on la troue en différents endroits; 2° avec une bobine d'induction des lames de 30 millimètres et des tubes pleins; les étincelles obtenues avaient 32 centimètres de longueur.

« M. Terquem a exposé ensuite les résultats des recherches qu'il poursuit avec M. Boussinesq sur la théorie des battements obtenus entre deux sons qui ne sont pas de même intensité. Le nombre des battements est indépendant du rapport des amplitudes de vibration des sons principaux, mais il se produit en même temps un son de hauteur variable avec la valeur de ce rapport. On sait que la sensation optique se fait toujours par un seul œil, comme par les deux à la fois, en raison du demi-entrecroisement des nerfs optiques dans le chiasma cérébral; un fait physiologique inattendu a fait voir, au contraire, dans les expériences que nous indiquons, que la perception par les deux oreilles s'opère d'une manière indépendante; on n'entend aucun battement si on reçoit séparément sur chaque oreille deux sons voisins, capables de donner des battements énergiques dans la condition ordinaire de leur audition simultanée par les deux oreilles.

« Les lames de collodion ont reçu de nouvelles et savantes applications entre les mains de M. Gripon, professeur à la Faculté des sciences de Rennes. Si on verse sur une lame de verre bien nette une couche de collodion (un peu plus épaisse que celle dont se servent les photographes), on peut séparer du verre, après dessiccation, une lame de collodion, transparente, très-mince, facile à coller sur de petites plaques de zinc, de façon à former un cadre. Cette membrane, à surface polie, réfléchit la lumière à la façon du verre, et la polarise, soit par réflexion, soit par réfraction. L'angle de polarisation maximum est de 33° 35′ compté à partir de la surface, ou 56° 25′ avec la normale, ce qui permet de déduire, d'après la loi de Brewster $n = 1{,}5108$ pour indice de réfraction du collodion, un peu plus

petit que celui du crown-glass. L'épaisseur de la membrane de collodion a été trouvée inférieure à $0^{mm},01$, en la calculant d'après l'indice précédent et le déplacement des franges d'interférence. Ces lames de collodion seront très-utiles pour les expériences délicates de chaleur rayonnante[1], car leur faible épaisseur laisse passer une forte proportion de la chaleur incidente, même si la source est obscure. En les assemblant parallèlement les unes aux autres, on peut en former des piles polarisantes, soit pour la lumière, soit pour la chaleur. Elles sont, dans ce dernier cas, bien supérieures par leur grande transparence pour la chaleur, et surtout pour la chaleur obscure, aux piles de lames de mica employées ordinairement à cet effet. M. Gripon a trouvé, avec une pile de neuf de ces lames, que la chaleur polarisée comprend les 0,6 à 0,7 du faisceau transmis.

« M. Filhol, directeur de l'École de médecine de Toulouse, entretient la réunion de ses recherches sur la chlorophylle ou matière verte des feuilles des végétaux, objet des beaux travaux de M. Fremy. Le fait le plus saillant qu'il a mis en lumière est que les propriétés physiques sont bien dissemblables entre la chlorophylle extraite des plantes Monocotylédones et celle des Dicotylédones, nouveau fait qui montre combien est naturelle la distinction de ces deux embranchements végétaux. Dans une autre communication, il cherche à établir la présence du *monosulfure de sodium* dans les eaux thermales des Pyrénées.

« M. le docteur Garrigou a étudié les causes d'usure et d'explosion des chaudières de machines à vapeur. Il regarde cette usure, si importante pour les résultats désastreux qui en peuvent provenir, comme due à la formation d'un couple de pile électrique, produit par le contact du fer des parois et des tubes en cuivre, couple dont l'action attaque le fer aux dépens du cuivre.

« M. Raoult, professeur de chimie à la Société des sciences de Grenoble, et membre de la Société de statistique de l'Isère, a trouvé dans l'air des quantités notables de phosphore, et expose les méthodes chimiques qui lui permettent d'énoncer ce curieux résultat.

« M. Jacquemin, membre de la Société des sciences de Nancy, a étudié la *nitrobenzine* aux points de vue analytique et toxicologique. Il ajoute deux nouveaux modes de transformation de la nitrobenzine en aniline à ceux qu'on connaissait déjà, et qui lui paraissent susceptibles d'applications industrielles. Il rappelle l'essence employée par les fraudeurs, soit pour fal-

sifier l'essence d'amandes amères, soit pour préparer les liqueurs de faux kirsch, et il fait connaître les moyens pratiques de constater ces tromperies.

« M. Lissajous, si connu de tous pour ses remarquables méthodes de l'étude optique des vibrations lumineuses, et tout récemment nommé recteur de l'Académie de Chambéry, a fait voir que les occupations administratives n'arrêteront jamais chez lui l'étude des applications de la science. Il a présenté à la réunion, très-vivement intéressée, le relief de la partie de la Savoie avoisinant le lac d'Annecy, relief exécuté par les maîtres-adjoints et les élèves de l'école normale primaire d'Albertville. Le procédé de construction est très-simple et propre à réaliser d'excellentes études de géographie dans toutes nos écoles normales. On couvre une carte de l'état-major d'un réseau quadrillé, et on enfonce à tous les points portant des cotes d'altitude des pointes de fer coupées à des hauteurs proportionnelles à ces cotes. De la terre à modeler comble ensuite l'intervalle des pointes, et on la fait affleurer avec continuité à leurs niveaux. On prend ensuite, en plâtre, la contre-empreinte de la terre glaise, et enfin on tire en plâtre autant d'épreuves que l'on veut de ce moule.

« Nous terminerons ce compte rendu sommaire en indiquant de fort intéressantes communications de météorologie.

« M. Isidore Pierre, doyen de la Faculté des sciences et président de la Société d'agriculture de Caen, a exposé des documents statistiques, sous forme graphique, sur les gelées tardives d'avril et de mai, depuis 1787 jusqu'à 1854, c'est-à-dire pendant une période de soixante-sept ans. Les courbes permettent de relever aisément les maxima dans la fréquence des gelées. Un maximum prononcé se présente du 18 au 25 avril, et d'autres maxima moins notables dans la première quinzaine de mai. Pendant soixante-quatre années consécutives la gelée n'a pas été une seule fois assez forte pour avoir un effet funeste sensible sur les récoltes les 22, 23 et 24 mai.

« M. Raulin, de la Faculté des sciences de Bordeaux, a examiné la répartition des pluies à la surface de la chaîne des Alpes. Les sommités de la chaîne sont soumises au régime septentrional des pluies d'été de l'Allemagne du nord, et le régime à pluies d'automne est celui de la pente méridionale. Du pied de la chaîne jusqu'aux rives du Pô existe le régime à pluies de printemps et d'automne, et c'est à partir de ce fleuve que règne, dans les plaines de la Lombardie et de la Vénétie, le régime méridional des étés secs.

« La communication qui a été écoutée à la séance générale avec le plus de faveur, en raison de l'incident que nous allons mentionner, est celle faite par M. Tarrissan, de la Société Ramond, de Bagnères-de-Bigorre. Cette Société a établi un Observatoire météorologique à la station Plantade (altitude 2366 mètres), à environ 500 mètres du sommet du Pic du Midi. On y a obtenu, en 1874, les principaux résultats suivants : 1° les variations horaires du baromètre, et aussi celles d'une saison à l'autre, paraissent suivre les mêmes lois qu'au grand Saint-Bernard, qui est dans les Alpes à peu près à la même altitude; 2° la température moyenne est, à égale altitude, plus élevée de 3° dans les Pyrénées que dans les Alpes; or, dans les Alpes, le niveau des neiges perpétuelles étant à 2700 mètres, doit se trouver reporté à 3005 dans les Pyrénées, ce que confirme l'observation directe; 3° la température baisse en moyenne de 1° par 183 mètres d'augmentation d'altitude dans les Pyrénées, ce qui est à très-peu près le nombre déjà trouvé dans les Alpes (185 mètres.)

« M. le général de Nansouty, avec deux personnes dévouées, avait résolu de passer tout l'hiver à l'Observatoire de Plantade. Mais la fenêtre de l'habitation ayant été brisée dans la nuit du 11 décembre par un bloc de glace, que le vent détacha d'un pic voisin, la température descendit à — 18°, et le séjour devint impossible. A la vive émotion de l'assemblée, qui le salue de ses chaleureux applaudissements, M. de Nansouty, présent à la séance, raconte la terrible descente du pic, qu'il effectua en seize heures, avec ses deux compagnons, le 14 décembre, obligé véritablement de *nager dans la neige*, et, grâce à la parfaite connaissance des localités qu'avait le général, s'arrêtant deux fois à quelques centimètres des précipices de Sencours et d'Arises, où la caravane allait s'engloutir. »

5

L'Exposition internationale des sciences géographiques.

A la suite de notre dernière guerre, où l'insuffisance de notre instruction en matière de géographie éclata à tous les yeux avec une triste évidence, il n'y eut qu'une voix pour proclamer la nécessité d'une réforme, dans notre pays, des études géogra-

phiques. On a donc accueilli avec une vive satisfaction l'annonce de l'ouverture d'un Congrès international des sciences géographiques et d'une exposition des objets divers relatifs à la géographie. Ce Congrès a été ouvert le 1er août 1875 dans la salle des États. Une exposition géographique avait été inaugurée dès le 15 juillet dans le même local et dans un baraquement établi dans la cour des anciennes Tuileries.

L'idée de la réunion à Paris d'un Congrès géographique, est née du succès remarquable qu'avait obtenu, en 1871, un Congrès de géographie réuni à Anvers. Ce Congrès émanait de l'initiative privée. Le conservateur de la Bibliothèque royale de Bruxelles, M. Charles Ruelens, avait eu la pensée, en 1869, à propos de deux statues à élever à deux enfants célèbres de la ville d'Anvers, Mercator et Ortelius, de réunir dans une assemblée solennelle les géographes de tous les pays. Cette pensée ayant fait son chemin, la ville d'Anvers eut l'insigne honneur d'ouvrir ses portes, le 14 août 1871, aux géographes et voyageurs.

Le Congrès géographique d'Anvers fut plein d'intérêt. Beaucoup de questions y furent agitées, et quelques-unes résolues, dans des conférences qui donnèrent lieu d'admirer les connaissances spéciales de beaucoup de savants de divers pays. L'empereur du Brésil prit place parmi les membres du Congrès. On sait que l'empereur du Brésil est un homme très-érudit et très-désireux de développer dans son pays les connaissances sérieuses et utiles.

Le Congrès d'Anvers avait complété son œuvre par l'installation d'une exposition d'objets et d'instruments relatifs à la géographie.

En se séparant, le Congrès d'Anvers exprima le vœu que la même solennité se renouvelât dans d'autres villes d'Europe et que Paris fût le siége de la plus prochaine session.

La Société de géographie de Paris ayant accueilli avec empressement l'exposé de ce vœu, s'est donné la tâche de l'accomplir. C'est par ses soins qu'ont été organisés l'Exposition et le Congrès actuel. En 1873, la Société de géographie, réunie aux chambres syndicales du commerce de Paris, créa une commission de *géographie commerciale*, qui eut pour mandat :

1° De vulgariser en France, soit par l'enseignement, soit par la publicité, les connaissances relatives à la géographie commerciale.

2° De poursuivre l'organisation ou le développement, au

point de vue industriel et commercial, d'explorations sur tous les points du globe; de concourir à l'étude des voies existantes ou à créer, etc.

3° De signaler les richesses naturelles et les procédés manufacturiers utilisables par notre commerce et notre industrie.

4° D'étudier toutes les questions relatives non-seulement au développement de la colonisation française, mais aussi aux systèmes coloniaux des différents peuples civilisés.

La même commission fut chargée d'organiser une Exposition des produits capables de multiplier nos relations économiques avec les autres nations. Son rôle était surtout de rassembler :

1° Les ouvrages, cartes, plans, statistiques, tableaux, etc., les plus récents, susceptibles de développer l'enseignement de la géographie commerciale ;

2° Les ouvrages, cartes, plans, statistiques, tableaux, etc., relatifs à la création ou à la mise en exploitation des voies commerciales contemporaines, aux machines, outils, constructions ou procédés divers employés ou proposés à cet effet;

3° Les échantillons des produits minéraux, végétaux et animaux, naturels ou manufacturés, encore peu connus et qui pourraient être avantageusement utilisés par le commerce et l'industrie ;

4° Des échantillons des produits de l'industrie européenne, dont l'écoulement se fait particulièrement dans les contrées lointaines.

Les commissaires de cette exposition furent désignés dès le mois de juin 1874; c'étaient : MM. Jules Garnier, ingénieur, et Henri de Longpérier, ancien secrétaire à l'exposition de 1867. Ces deux savants, d'accord avec le commissariat général du Congrès, furent chargés de la rédaction du programme de l'exposition actuelle.

Cette exposition se tint, comme on le sait, dans la galerie du bord de l'eau de l'ancien palais des Tuileries, le pavillon de Flore, et dans un baraquement qui fut construit, à cet effet, dans la cour du palais.

On a distribué les objets qui composent cette exposition en sept groupes, savoir :

1er *groupe :* mathématique. — Géographie mathématique, géodésie, topographie.

2e *groupe :* hydrographique. — Hydrographie, géographie maritime.

3e *groupe :* physique. — Géographie physique, météorologie générale, géologie générale, géographie botanique et zoologique, anthropologie générale.

4e *groupe :* historique. — Géographie historique et histoire de la géographie, ethnographie, philologie.

5e *groupe :* économique. — Géographie économique, commerciale et statistique.

6e *groupe :* didactique. — Enseignement et diffusion de la géographie.

7e *groupe :* voyages. — Explorations, voyages scientifiques, commerciaux et pittoresques.

Le Congrès comprenait un comité organisateur et un comité d'honneur. Le premier de ces comités, présidé par M. Delesse, ingénieur des ponts et chaussées, était composé de cinq sections : 1° section scientifique ; 2° section d'organisation ; 3° section d'exposition ; 5° section de publicité ; 5° section de comptabilité. A chaque groupe de l'exposition correspondait un groupe de la section scientifique.

Plus de douze cents membres font partie de la Société de géographie presque tous ont adhéré au Congrès. Pour être membre adhérent, il suffisait de s'inscrire pour une somme de quinze francs : une souscription de cinquante francs comportait le titre de membre donateur. Les uns et les autres possédaient les mêmes droits.

Il serait impossible de donner ici une idée des documents innombrables et de toute nature qui étaient rassemblés dans l'exposition géographique. Nous ne pourrons que parcourir très-rapidement avec nos lecteurs les différentes galeries où étaient rassemblées toutes ces richesses scientifiques, maritimes et commerciales, afin de donner une idée générale de l'importance de cette exposition, la première que l'on ait encore vue en France.

La galerie d'honneur était en grande partie occupée par la France. Cette partie de l'exposition était certainement la plus intéressante et la plus attrayante ; elle donnait une grande idée des progrès qu'ont fait dans notre pays, depuis quelques années, les études et les publications relatives à la géographie.

Au rez-de-chaussée se trouvaient l'exposition de la Russie, celles de la Suède, du Danemark, de l'Angleterre et des Pays-Bas.

La Russie avait exposé une collection de reliefs, de plans, de cartes et de documents statistiques de tous les pays que comprend l'empire russe. Tout ce qui a rapport à la Sibérie, au

Turkestan, à l'expédition de Khiva et à l'Asie centrale offrait un grand intérêt pour les géographes. Les simples visiteurs pouvaient admirer les magnifiques bijoux qui formaient le trésor de Khiva; un grand nombre de vues photographiques de Laponie, de la Sibérie, du fleuve Amour, de l'extrême Orient, etc.; l'album de voyage de M. Sémenof; de belles aquarelles reproduisant des vues du désert de la Faim et des steppes de l'Asie centrale; des statuettes représentant les divers types des habitants de la Russie. Les amateurs de manuscrits en trouvaient de très-intéressants, particulièrement un plan de Moscou en 1806.

Le musée pédagogique de Saint-Pétersbourg avait envoyé une grande lanterne magique montrant des cartes géographiques, accompagnées de types ethnographiques pris dans les différents pays. C'est un excellent moyen pour ôter à l'enseignement de la géographie l'aridité qu'on lui reproche. M. Nicolas de Khaninof, conseiller privé de l'empereur, correspondant de la Société de géographie de Paris, était le délégué de la Russie au Congrès.

Venait ensuite l'exposition suédoise. On y voyait, en grandeur naturelle, le fac-simile, en gypse, d'une météorite trouvée par M. W. Nordenskiold, au Groenland. La météorite elle-même pèse 20 000 kilogrammes environ; c'est la plus grande masse de fer magnétique qui soit jamais tombée du ciel. Cette pierre céleste, accompagnée de deux autres blocs presque aussi gros, fut rapportée du Groenland par l'expédition scientifique commandée par le baron Von Otter. Le musée de Stockholm acquit les deux plus grandes masses; l'autre fut envoyée au musée de Copenhague.

L'exposition de la Suède renfermait une très-belle collection d'animaux et de végétaux fossiles de différentes transformations géologiques du Spitzberg et du Beern-Eiland. Parmi les cartes exposées par le gouvernement suédois, on remarquait celle de l'archipel de Stockholm, dessinée par Grippenheim, géographe du roi Charles XI. Charles XI n'en fit faire qu'un exemplaire, craignant que la connaissance de cette carte ne facilitât à ses ennemis l'accès des côtes; mais cet exemplaire unique disparut tout à coup mystérieusement, à la grande fureur du roi. Elle fut reproduite par le géographe français de l'Isle, et revint, non moins mystérieusement, aux archives d'où elle était sortie. Une autre carte manuscrite du même pays fut faite par le général Dhalberg pour son royal maître et élève, Charles XII.

L'industrie minière de la Suède avait fourni des reproductions du travail intérieur des mines.

Des instruments hydrographiques perfectionnés, des vues photographiques nombreuses, et la représentation du matériel qui a servi à l'expédition dans les régions polaires, complétaient cette partie de l'exposition suédoise.

Un envoi spécial d'instruments de précision, comprenant plusieurs chronomètres, avait été fait par le Danemark. Ce pays avait aussi rassemblé une collection ethnographique relative au Groenland. On y voyait des objets d'une véritable antiquité scientifique, remontant à la découverte de l'Amérique du Nord par les anciens Scandinaves. Une collection curieuse était la réunion des objets divers relatifs au vêtement du Groenlandais, ainsi qu'à son genre de vie. On y voyait le Groenlandais moderne, enveloppé de fourrures, couvert d'ornements en perles ou en plumes de canard, avec ses harpons en os, ses traîneaux, ainsi que ses habitations d'été en peaux de bêtes et ses habitations d'hiver si étroitement calfatées qu'il semble qu'on doive infailliblement y périr étouffé.

Les Danois avaient encore envoyé divers types représentant les habitants des contrées septentrionales. Les jeunes filles islandaises, avec leur haut chapeau, leur veste rouge, leur pantalon bouffant, leurs grandes Bibles, attiraient beaucoup l'attention.

L'Angleterre, nous devons le dire, n'avait pas fait de grands efforts pour cette exposition. Elle était cependant représentée par des documents remarquables. Le bureau télégraphique des Indes avait fourni une belle collection de cartes, de plans et triangulations; le ministère de la guerre, le croquis des expéditions à la rivière Rouge en 1870, et de la guerre des Achantis en 1873; M. Daruman, un magnifique album photographique d'anthropologie et d'ethnographie, contenant huit cents photographies prises chez tous les peuples de l'univers.

Le *Palestine exploration fund* avait apporté un contingent considérable : un magnifique plan de Jérusalem, le lever du plan de Sinaï, de Jébel Musa, et toutes sortes de photographies et de croquis pris dans la Terre Sainte. La société *Palestine exploration fund* a été fondée en 1864, sous le patronage de la reine et sous la présidence de l'archevêque d'York. Elle a déjà envoyé à ses frais cinq expéditions en Palestine, dont chacune a donné des résultats surprenants. On peut citer la découverte du temple de Jérusalem et le lever d'un plan général de la Palestine.

L'exposition des Pays-Bas était, de toutes les expositions étrangères, celle qni contenait le plus de richesses artistiques et géographiques. Parmi les curiosités historiques, est un très-curieux plan de Paris, édité en 1618, avec cette inscription :

Cette ville est un autre monde
Dedans un monde florissant,
Un peuple en tout bien puissant
Qui de toutes choses abonde.

Un manuscrit original, dessiné sur parchemin par le célèbre ingénieur Leichevecter, en 1640, et contenant l'exposé du projet pour dessécher le lac de Haarlem, avec un contre-projet également manuscrit, dessiné par le rival de Leichevecter, l'ingénieur Viris; un atlas grec, la copie, faite au temps de la Renaissance, d'une carte de l'antiquité grecque selon le système de Ptolémée; les instruments astronomiques, dont se servait le célèbre Tycho-Brahé, avec une inscription de Scaliger faisaient partie de la même expédition.

Les Pays-Bas n'avaient pas oublié les Indes Néerlandaises: cette partie de l'exposition des Pays-Bas avait une valeur inestimable. On y remarquait de belles cartes, le relevé topographique de Java et de Sumatra, toutes sortes de spécimens, des maisonnettes qui ont figuré dans les anciens théâtres javanais, en cuir peint et doré, des masques de théâtre, des personnages imaginaires, etc.

Un atlas de géographie composé en langue malaise par le colonel Verstegestein, est un ouvrage des plus curieux. Six mille exemplaires de cet atlas ont été distribués par le gouvernement hollandais dans l'archipel indien; il deviendra certainement populaire dans les nombreux pays où l'on parle le malais. Cet atlas est dressé au rebours des nôtres : l'Océan et l'Asie y tiennent la place la plus importante; l'Amérique vient après, et l'Europe, placée sur une petite partie, y occupe la dernière place. La Hollande a été tracée à part, comme régnant en maîtresse dans ces régions de l'Asie.

On trouvait dans l'exposition de la Belgique beaucoup de cartes et de plans, ainsi qu'une collection d'ouvrages, d'atlas, et de manuels servant à l'enseignement des sciences géographiques dans les écoles primaires de la Belgique. L'université de Gand avait envoyé un manuscrit sur vélin du treizième siècle et des globes terrestre et céleste de G. Blueu, les seuls exemplaires connus des ouvrages de ce célèbre éditeur.

La Suisse avait envoyé les cartes de tous ses cantons et les plans en relief de ses villes.

Quand on parcourait l'exposition de l'Espagne, on reconnaissait bien vite qu'elle fut autrefois la grande puissance de l'Amérique et de l'Europe. L'Espagne était représentée par de nombreux livres de voyages, des cartes hydrographiques anciennes, des mémoires historiques sur ses possessions transatlantiques. On pouvait y lire l'histoire complète des découvertes, des conquêtes successives des Espagnols au seizième siècle.

Le Portugal brillait par son absence à cette réunion commerciale et savante. En retour, on était heureux de constater la coopération du Chili, de la Républiqne Argentine et de la Turquie.

Le Japon avait expédié des cartes et des descriptions géographiques qui n'étaient pas sans intérêt; la Turquie des échantillons de minerais et de bois, des relevés de sondages, des faunes fossiles, des dessins de navires et des travaux sur la flore du Bosphore; le Chili, des études sur l'exploration des fleuves, des voyages et des notices sur la minéralogie et la météorologie.

Arrivons à la partie de l'exposition qui concerne la France.

Les premiers objets qui se présentaient aux visiteurs dans l'exposition française, étaient les archives nationales. Elles remontent bien avant la Révolution et prouvent que notre pays occupait la première place à une époque où la civilisation était loin de promettre ce qu'elle a donné depuis. Il est même certain que les documents mis au jour par cette exposition feront regagner à notre patrie le rang qu'on lui reproche d'avoir perdu.

Le trophée composé par nos archives était placé dans la galerie d'honneur. C'était d'abord une carte de la forêt de Fontainebleau, mesurant 4 mètres de long sur 2^m,50 de large. Dressée en 1690, elle alla orner le cabinet de Louis XIV qu'elle ne quittait pas. Cette belle œuvre topographique manuscrite et coloriée a pour auteur Chauffournier, ingénieur du roi.

Venait ensuite une autre carte manuscrite des domaines français et anglais en Amérique, comprenant le Canada jusqu'à la Louisiane au dix-huitième siècle. Cette carte, qui date de 1730, est un chef-d'œuvre d'exécution en ce genre. Elle indique avec détails l'expédition militaire du marquis de Montcalm au Canada, ainsi que celle de la Louisiane par La Salle, enfin l'his-

toire des migrations des tribus indiennes depuis le seizième siècle.

La carte de l'abbaye de Sainte-Geneviève date de Henri III; le Jardin des Plantes y apparaît déjà.

Signalons particulièrement : 1° un beau volume de l'*Atlas royal de Marly*, de 1714, renfermant environ quatre-vingts planches en couleur; 2° une carte des possessions royales du département de Paris, en 1750; 3° un atlas de la guerre de Flandres, avec enluminures, du dix-huitième siècle, ayant appartenu au duc de Noailles; 4° le carnet de voyage de Louis XVI, lorsqu'il fit sa brillante promenade de Cherbourg, en 1788.

Parmi les sceaux qui figuraient dans la vitrine d'honneur de nos archives, on remarquait celui de la République d'Angleterre, reproduisant une séance du Parlement de Cromwell, et une carte des Iles Britanniques. On voyait aussi une bulle d'or de Frédéric II, ayant au revers le détroit de Messine. La commune de Lyon de 1320 y a son sceau, ainsi qu'une carte de la ville; la Sainte-Chapelle de Vincennes a également un sceau représentant le château. Nous avons encore vu un sceau du dauphin Humbert du Viennois, lequel céda le Dauphiné au roi de France; on y a représenté la ville de Vienne,

Les mêmes archives se retrouvaient dans une autre partie de l'exposition, c'est-à-dire au quatrième étage. Elles montraient là des curiosités tout aussi précieuses. C'était, par exemple, un plan de Paris, de Bullet, datant de 1672, appartenant au cabinet de Louis XIV un plan de l'abbaye de Saint-Germain des Prés, exécuté en 1704; divers autres plans où se trouve indiqué le point de départ du cadastre parisien sous Louis XIV, ainsi que l'arpentage des forêts, etc.; des cartes de Versailles du temps de Louis XIII et de Louis XIV, etc.

Nous ne passerons pas sous silence un plan de l'Isle de France, dressé par Bernardin de Saint-Pierre, sur lequel on voit inscrits les noms de Paul et Virginie, le cap Malheureux, la case de la veuve Latour, etc.

Nous avons encore remarqué une carte qui date du traité de l'île des Faisans, et qui sert depuis un siècle à toutes les délimitations de frontières entre la France et l'Espagne.

Une carte de 1666, qui avait jusqu'ici passé inaperçue, est la première qui fixe les étapes militaires en France. Elle a été dressée par ordre de Le Tellier, ministre de la guerre et père de Louvois. Il n'en existe que trois ou quatre exemplaires.

Nous signalerons encore la carte des Gaules, commencée sous le règne de Napoléon III. Cette carte représentera notre

ancien territoire et servira, par conséquent, à l'histoire des temps qui précédèrent la conquête romaine.

Dans la salle des États, tout l'immense pan de muraille qui faisait face au spectateur, derrière le bureau, était tapissé par un véritable chef-d'œuvre : la grande *carte topographique de France*, dressée par les ingénieurs-géographes et les officiers du corps d'état-major (1818-1875). La salle elle-même était entourée d'instruments de précision pour la géodésie, la topographie, le nivellement, etc. Plus bas étaient symétriquement placées les armes de tous les pays qui figuraient à cette magnifique exposition.

C'est là que se tenaient les séances du Congrès international des sciences géographiques.

On peut se faire une idée, d'après la rapide promenade que nous venons de faire avec le lecteur, des productions anciennes et nouvelles qui ornaient l'exposition des sciences géographiques. Tout y avait été rassemblé pour donner à ce genre de connaissances l'importance qu'on avait trop négligé de lui accorder jusqu'ici. Cette exposition et le Congrès qui s'y rapporte ont transformé les idées de beaucoup de personnes sur des sujets qu'elles voyaient sous un faux jour. Elle a complété chez d'autres des connaissances trop superficielles. Elle a donné à tous le désir d'étudier sérieusement une science qui doit marcher au premier rang dans le perfectionnement des connaissances humaines. Le but auquel tend la géographie en général est trop bien marqué par les événements qui se sont accomplis dans ces dernières années, pour que l'on n'applaudisse pas au mouvement qui se produit aujourd'hui dans cette direction. Mais hâtons-nous d'ajouter qu'en dehors des préoccupations de guerre, les intérêts matériels et moraux de tous les peuples sont engagés dans les questions qui dépendent de la géographie. Cette dernière considération est depuis longtemps hors de doute. La lumière est faite dans cet ordre d'idées, il n'y a plus qu'à entretenir cette clarté et à la rendre plus resplendissante. C'est ce qui résultera certainement des heureux efforts des promoteurs de l'Exposition des Tuileries.

Il nous reste à faire connaître la distribution des récompenses accordées par le Congrès des sciences géographiques.

Cette distribution a eu lieu le 10 avril 1875, dans la salle des États, au Tuileries. La cérémonie était présidée par M. Wallon, ministre de l'instruction publique, assisté de MM. le vice-amiral La Roncière Le Noury, président du Congrès et prési-

dent de la Société de géographie de Paris; Delesse, président d'honneur du jury; baron Reille, ancien député, commissaire général; de Torcy, capitaine d état-major attaché à l'état-major général du ministre de la guerre, commissaire général adjoint; de tous les commissaires étrangers, d'un grand nombre de membres de l'Institut et de délégués des différents ministères.

Les *lettres de dictinction*, qui sont les plus hautes des récompenses décernées par le jury, ont été distribuées de la manière suivante :

I.—*Groupe mathématique, géographie mathématique, géodésie, topographie.*

Russie. — Dépôt de la guerre, Observatoire de Pulkowa.
Suède. — État-major général.
Norvége. — Institut géographique de Christiania.
Danemark. — État-major général à Copenhague.
Angleterre. — Bureau topographique et trigonométrique de l'Inde; Service de l'ordonnance survey à Southampton.
Pays-Bas. — Institut géographique de l'île de Java.
Autriche-Hongrie. — Institut géographique militaire de Vienne. — Ministère des finances de Hongrie.
Belgique. — Dépôt de la guerre.
Italie. — Institut géographique de Florence.
Suisse. — Commission géodésique fédérale.
Espagne. — Institut géographique et statistique de Madrid.
Turquie. — État-major général turc.
Portugal. — Direction générale de géographie.
France. — Dépôt de la guerre. Dépôt des fortifications.

II. — *Groupe hydrographique, hydrographie, géographie maritime.*

Angleterre. — Hydrographic office.
Espagne. — Direction d'hydrographie.
États-Unis. — Ministère de la marine.
France. — Dépôts des cartes et plans de la marine.
Pays-Bas. — Ministère de la marine.
Russie. — Dépôt hydrographique au ministère de la marine.

III. — *Groupe physique.*

Géographie physique, météorologie générale, géologie générale, géographie botanique et zoologique, anthropologie générale.

Angleterre. — Meteorogical office geological survey of Great, Britain.

France. — Ministère des travaux publics.

Angleterre. — Société géographique de Londres.

Russie. — Société impériale russe de géographie. Observatoire physique central de Russie.

États-Unis. — Signal service des États-Unis.

Suisse. — Commission géologique de la Suisse.

Allemagne. — Institut géologique et Académie royale des mines à Berlin.

Autriche. — Institut impérial-royal de géologie à Vienne.

Suède. — Institut géologique de la Suède.

Norvége. — Institut géologique de la Norvége.

Hollande. — Professeur van Rysselberghe pour son appareil enregistreur universel.

France. — M. de Quatrefages, travaux d'anthropologie.

IV. — *Groupe historique.*

Géographie historique et histoire de la géographie. — Ethnographie. — Philologie.

France. — Ministère de l'instruction publique.

Russie. — Société impériale russe de géographie.

Autriche-Hongrie. — Direction impériale-royale de la statistique administrative à Vienne.

Italie. — Société géographique de Rome.

Italie. — Institut royal des lettres, des sciences et des arts, à Venise.

Espagne. — Académie de Madrid.

Belgique. — Bibliothèque royale à Bruxelles.

V. — *Groupe économique, géographie économique, commerciale, et statistique.*

La Compagnie de Suez.

La Compagnie du Saint-Gothard.

La Compagnie du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre.

La grande Société des télégraphes du Nord à Copenhague.

VI. — *Groupe didactique, enseignement et diffusion de la géographie.*

Allemagne. — Institut géographique de J. Perthes, à Gotha. La maison Reimer, à Berlin.

Autriche. — La maison Artario, à Vienne.

France. — La maison Hachette, à Paris.

Pays-Bas. — Institut topographique de la Haye.

Russie. — Musée pédagogique de Saint-Pétersbourg. La maison Illüne, à Saint-Pétersbourg.

Suisse. — Bureau fédéral. La maison Mulhaupt, à Berne.

VII. — *Groupe des voyages.*

Explorations. — Voyages scientifiques, commerciaux et pittoresques.

Angleterre. — Palestine exploration fund.

Autriche-Hongrie. — Son Altesse impériale et royale l'archiduc Louis-Salvator d'Autriche. — Voyage aux îles Baléares, aux Syrtes et autres lieux de la Méditerranée.

France. — Ministère de l'instruction publique (Missions scientifiques).

Hawaï. — M. William Martin. — Exposition des îles Hawaï.

Norvége. — Institut géographique de Norvége. — Instruments et équipement d'un topographe.

Hollande. — Institut pour l'instruction des fonctionnaires coloniaux à Luden. — Collections javanaises.

Russie. — Général de Kaufmann. — Géographie générale du Turkestan. — Album phothographique du Turkestan.

Comte Théodore Lutke. — Récit du voyage la corvette *la Seniavine*, de 1826 à 1829.

Suède. — Professeur Nordenskiold. — Torell et baron von Offer, chef des expéditions polaires scandinaves.

Tous les clubs alpins qui ont exposé.

6

La Société de l'industrie minérale et le Congrès de Saint-Étienne.

La Société de l'industrie minérale de Saint-Étienne est due à l'initiative privée. Son premier bulletin, renfermant les publications scientifiques des membres de cette association, date de 1855; elle en est aujourd'hui à son 19e volume. Au mois de juin 1875, la Société de l'industrie minérale a tenu à Saint-Étienne un congrès qui a été le premier en France où se soient trouvés réunis les ingénieurs des mines. Deux cents membres, venus de tous les points de la France, et même de l'étranger, ont répondu à l'appel de M. de Cizancourt, président actuel de la Société. Les plus grands établissements miniers et métallurgiques du bassin de la Loire ont ouvert leurs portes aux membres de la Société, qui ont pu s'initier à tous les progrès et à l'état présent de l'industrie minérale dans notre pays.

M. de Cizancourt ouvrit le Congrès par un discours dans lequel il montra que les progrès réalisés dans notre siècle dans l'industrie générale des nations sont dus à l'introduction dans l'étude des procédés industriels de la méthode de classification créée par les sciences naturelles, et qui, née des enseignements de Descartes, et appliquée par les Jussieu et les Cuvier, constitue la grande école scientifique française. Partant de ce principe, M. de Cizancourt insiste sur la nécessité pour les industriels de se communiquer les uns aux autres les résultats de leurs observations personnelles, afin d'en déduire, par la discussion, les principes généraux qui doivent guider l'ingénieur dans la pratique journalière de sa profession.

Il ressort de ce discours qu'aux habitudes cachotières de l'industrie d'autrefois, il faut substituer des allures plus libérales. C'est à la science seule, à ses méthodes d'analyse et à l'observation raisonnée des faits qu'il faut désormais demander le secret des succès de l'industrie.

C'est pour affirmer cette manière de concevoir l'industrie moderne et la faire passer dans la pratique, que la Société de l'industrie minérale avait organisé le Congrès du mois de juin dernier.

Parmi les installations des puits de mines, les membres du Congrès métallurgique ont surtout étudié celles de la Bérau-

dière et de Montrambert. Le puits Dyèvre est surtout remarquable. Il est double, ou, suivant l'expression consacrée, composé de deux *puits jumeaux*. Une seule machine à vapeur verticale, à deux cylindres, de la force de 240 chevaux, y élève au jour le charbon, de 222 mètres de profondeur. On remarque principalement la rapidité des manœuvres : un même plateau de cages d'extraction supporte quatre bannes, qui sont enlevées en même temps. L'extraction par un semblable puits peut être de 1200 tonnes par jour.

L'acier a presque exclusivement occupé le Congrès dans ses excursions métallurgiques. A Saint-Chamond, on s'est arrêté devant les fours Pernot, appliqués au puddlage de l'acier. Ces fours, où la main-d'œuvre est considérablement réduite, donnent des produits très-homogènes. Ils sont de construction simple et permettent de traiter en un temps assez court de grandes masses de métal.

A Terre-Noire, M. Euverte avait méthodiquement organisé la visite. En deux heures il a fait passer devant les yeux des visiteurs les derniers perfectionnements apportés à la fabrication de l'acier. Des *convertisseurs Bessemer*, dans lesquels plus de 100 tonnes d'acier peuvent être fabriquées en 24 heures, on est allé dans l'atelier des fours Martin, installé avec un grand ensemble. Là, on a vu la fabrication du ferro-manganèse et l'emploi du régule à 65 0/0 de manganèse. Grâce à l'introduction dans les mélanges, des fers phosphoreux et des fontes traitées au four Martin, on fabrique aujourd'hui un fer phosphoreux fondu, qui produit des rails durs et très-résistants.

L'usine de MM. Marrel frères, à Couzon, est remarquable par sa symétrie et son unité. Les membres du Congrès y ont vu laminer une plaque de blindage de 15 tonnes, laquelle arrive au laminoir sous la forme d'un énorme paquet de 64 centimètres d'épaisseur, et qui en ressort à une épaisseur de 3 décimètres et de longueur double. Un puissant outillage permet de plier, de courber, de percer et de dresser ces énormes plaques, dont quelques-unes ont 40 centimètres d'épaisseur et pèsent jusqu'à 25 tonnes.

Les questions à l'ordre du jour de l'industrie minérale étaient traitées dans les séances du soir.

M. Pernolet, ingénieur, attaché au Crédit Lyonnais, a fait connaître les moyens mécaniques qui sont employés au percement du tunnel du mont Saint-Gothard. L'air comprimé est appelé à prendre de grands développements dans les travaux souterrains. C'est, pour le mineur, la puissance motrice par

excellence. M. Pernolet a recommandé la compression de l'air par des machines à grande vitesse et le compresseur Colladon. Il a mis en lumière l'emploi avantageux des perforations à grande vitesse dans les terrains les plus durs.

Une note très-intéressante lue par M. de Loriol a fait connaître les résultats obtenus par le *sondage au diamant*, procédé nouvellement importé d'Amérique. M. Loriol a assuré que ce mode de perforation donne une vitesse de 5 mètres d'avancement par jour. Il a cité des exemples de sondages poussés par cette méthode, en moins de trois mois, à 600 mètres de profondeur.

M. Remaury, directeur des forges de Pompey, a donné un aperçu très-complet des récentes installations de hauts fourneaux dans l'Est de la France, en Lorraine et en Luxembourg. Ces faits sont d'autant plus intéressants, que ce centre industriel fournit à lui seul près de la moitié de la production totale de la France.

La communication la plus attrayante a été celle de M. Euverte, directeur des mines de Terre-Noire. M. Euverte a parlé de l'influence du phosphore et du manganèse sur les propriétés physiques des aciers. Discutant les résultats des nombreuses expériences faites dans les usines de Terre-Noire, sur les propriétés d'une série de produits fondus phosphorés obtenus avec le métal du ferro-manganèse, M. Euverte assure qu'il serait possible de refondre tous les vieux rails en fer plus ou moins phosphoreux qui forment le réseau actuel des voies ferrées du monde entier, pour fabriquer un acier fondu phosphoré capable de composer des rails offrant des conditions de résistance et de durée bien supérieures à celles des rails actuels en fer.

Le Congrès a encore visité une nouvelle usine qui se consacre à appliquer la lumière électrique produite par la machine Gramme à l'éclairage des ateliers. M. Lemonnier, constructeur de phares à Paris, avait, en quelques heures, installé ce foyer lumineux dans la grande halle de construction de MM. Clair frères, mécaniciens à Saint-Étienne. Une seule lampe Serrin, alimentée par une petite machine magnéto-électrique Gramme, permettait de circuler et de lire dans cette immense halle comme en plein jour. Mais ce qui constitue la nouveauté dans cette question, c'est la faible dépense du nouveau luminaire, qui n'est que de 40 centimes par heure.

7

La Conférence monétaire de Paris, ses résultats.

La Conférence monétaire internationale réunie le 25 janvier 1875 au ministère des affaires étrangères, à Paris, a terminé ses travaux.

L'heureuse entente qui s'était établie entre les nations unies par la convention de 1865, et qui s'était accentuée en 1874, s'est confirmée de nouveau pendant les délibérations des membres de cette conférence, où se trouvaient représentées : la Belgique, par MM. Jacobs et de Bounder; l'Italie, par MM. Magliani et Ressmann ; la Suisse, par MM. Kern et Frei-Herzog, et la France par MM. Dumas, de Parieu, baron de Soubeyran, Dutilleul et Jagerschmidt, auxquelles était venue se joindre la Grèce, représentée par son ministre M. Coundouriotis.

Divers événements auraient pu troubler dans l'avenir la circulation monétaire. L'exploitation des mines d'argent s'est développée dans l'ouest de l'Amérique; le cours forcé des billets, encore en vigueur dans beaucoup de grands États des deux continents éprouvés par la guerre, y rend la monnaie usuelle moins nécessaire; l'étalon d'or a été adopté à l'exclusion de l'étalon d'argent par quelques pays, notamment par l'empire d'Allemagne. Ces causes tendent toutes à faire baisser en ce moment la valeur du lingot d'argent et commandent une certaine prudence aux pays dans lesquels la monnaie de ce métal conserve sa valeur libératoire légale. En même temps l'esprit d'entreprise et les opérations du commerce se sont considérablement accrus dans le monde entier, rendant de plus en plus nécessaire une circulation abondante des métaux précieux, comme moyen d'échange. On ignore quelle sera l'issue de la lutte entre ces intérêts opposés. On est donc obligé de se tenir sur une grande réserve.

Les représentants des nations unies ayant déclaré du reste, au nom de leurs gouvernements respectifs, que l'année 1874 avait été traversée avec une facilité remarquable, sans que la circulation monétaire parût éprouver, soit en excès, soit en défaut, la moindre apparence de gêne, on est tombé d'accord pour prolonger en 1875 le régime provisoire qui avait si bien répondu à la confiance des négociateurs dont il était l'œuvre.

Les délégués ont donc décidé que le nombre des pièces de cinq francs d'argent à frapper serait limité, pour l'année 1875, au même total que pour l'année 1874, à savoir :

France.......	60	millions	de francs.
Italie	40	—	—
Belgique	12	—	—
Suisse........	8	—	—

Toutefois, l'Italie ayant demandé et obtenu une augmentation de marge de dix millions, qui lui serviront à remplacer les anciennes monnaies italiennes par des monnaies décimales, les délégués sont convenus que chacun des trois autres Etats aurait droit à la même latitude, soit un quart en plus du chiffre de 1874 ; ce qui donne au total : 75 millions pour la France, 50 millions pour l'Italie, 15 millions pour la Belgique et 10 millions pour la Suisse.

8

Séance annuelle de la Société française de navigation aérienne.

Le 27 novembre 1874, un nombre considérable de spectateurs se réunissaient dans la salle de la Société centrale d'horticulture pour prendre part à la séance annuelle de la Société de navigation aérienne.

La séance a été ouverte par un discours de M. Hervé Mangon, membre de l'Institut, président de la Société. M. Mangon, après avoir parlé des ressources que donna l'aérostation à la défense nationale, après avoir rappelé les mémorables entreprises des aérostiers militaires de la première République et les services que les ballons ont rendus pendant le siége de Paris, a passé en revue les ascensions exécutées dans un but scientifique, et exposé les progrès que la découverte des Montgolfier peut fournir à la météorologie.

M. Hureau de Villeneuve, secrétaire général de la Société, a lu un intéressant rapport sur les progrès de la navigation aérienne pendant l'exercice 1873-1874. M. Rampont a ensuite retracé l'organisation de la poste aérienne pendant la guerre de 1870, et M. Crocé-Spinelli a exposé les applications scien-

tifiques de l'aérostation; il a raconté la belle ascension en hauteur qu'il a exécutée avec M. Sivel.

Après ces communications, M. Pénaud a entretenu la réunion de considérations sur la locomotion mécanique dans l'air. Il a fait voler des hélicoptères et de petits appareils volants qu'il est parvenu à construire à la suite de recherches persévérantes.

Une hélice emportant son moteur fourni par un caoutchouc auquel on imprime une torsion, fut enlevée jusqu'au plafond très-élevé de la salle, et un oiseau artificiel, battant des ailes, a plané au-dessus des spectateurs. M. Pénaud ne s'illusionne pas sur le problème de l'aération; il a présenté ses délicates machines comme les premiers résultats d'un art dans l'enfance; il affirme que les ballons à gaz peuvent, dès aujourd'hui, donner à l'homme le navire aérien dirigeable; il n'a pas oublié de rendre hommage à M. Henri Giffard, qui a jeté les bases de la navigation aérienne par ses ascensions de 1852 et de 1855, dans des ballons allongés, munis de moteurs à vapeur.

La séance a été terminée par la distribution des médailles, offertes, au nom de la Société, à MM. Oxley et Bascombe, les sauveteurs de M. et de Mme Duruof, et à M. Blondeau, qui a également sauvé la vie à un spectateur fortuitement enlevé par sa montgolfière.

9

Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.

Le bureau de la Société d'Encouragement est ainsi composé: président, M. Dumas; vice-présidents, MM. Séguier et Balard; secrétaires, MM. Laboulaye et Peligot; censeurs, MM. Becquerel et Legentel; trésoriers, M. Goupil de Drefelu; commission des fonds, MM. de Turenne et Michel; membres du comité, MM. Alcan, Duméry, Callon, Chevallier, Bouilhet, Dailly, Mangon, Bella, de Chabannes, Block et Lavallée.

La Société a voulu inaugurer les salles de l'hôtel qu'elle a fait reconstruire sur la place Saint-Germain-des-Prés, par une séance qui fût consacrée à l'étude des beaux-arts dans leur application aux produits de l'industrie. Cette inauguration a eu lieu au mois de février 1875. M. le président a pensé qu'il

convenait, dans cette circonstance, de rappeler comment la Société a été fondée, quels sont les efforts qu'elle a faits pour remplir sa mission, et de citer quelques-uns des principaux résultats obtenus. Il a exposé l'organisation de la Société, le principe qui l'a toujours dirigée et qui consiste dans une union constante de la science la plus profonde avec la pratique des arts, dont les connaissances théoriques dirigent la marche ou aplanissent les difficultés. Il a montré la Société employant 1 500 000 francs à publier, dans son bulletin, tous les documents qui peuvent être utiles à l'industrie, distribuant des prix et des médailles pour plus de 700 000 francs; payant 64 500 pour des bourses dans des écoles industrielles; distribuant 197 000 francs de secours à des inventeurs malheureux et des annuités de brevets aux débutants sans fortune; mettant au concours toutes les questions qui peuvent susciter un nouveau développement des arts, ou faire disparaître un obstacle de la pratique.

Cette initiative a été féconde. On lui doit la création ou le développement de plusieurs de nos grandes industries, le verre de Bohême, le bleu d'outremer, les progrès de la lithographie, etc. Dans d'autres occasions, la Société d'Encouragement a pris la défense de nos industries menacées et des inventeurs sans défense. C'est ainsi qu'elle a pris fait et cause pour les droits de Philippe de Girard à l'invention de la filature mécanique du lin, et les a fait reconnaître par l'Europe entière. De même elle a pris la défense de l'industrie du sucre indigène, et est parvenue à montrer toute l'importance de la culture de la betterave pour l'agriculture française.

Ses efforts ont été secondés par de généreux bienfaiteurs, et sa prospérité actuelle lui permettra d'étendre encore davantage son action et les services qu'elle peut rendre. Elle persévérera ainsi dans la marche qu'elle a suivie et qui a fait sa puissance, et elle compte sur la réussite constante de l'union qu'elle a établie entre la science et les arts pratiques.[1]

10

L'Exposition universelle de Philadelphie en 1876.

C'est le 10 mai 1876 que s'ouvrira l'exposition de Philadelphie. Les constructions élevées dans Fairmount-Park, seront

au nombre de cinq. Le bâtiment principal a 573 mètres de long sur 142 mètres de large. Toute la surface couverte est de plain-pied, à l'exception des tours et des parties en saillies.

L'édifice, construit en colonnes de fer. repose sur des fondations en maçonnerie. L'espace vide entre les colonnes de fer est rempli par une cloison en planches; tout le reste du bâtiment est fermé par des glaces.

La crête du toit est à 21 mètres et demi au-dessus du niveau du sol. La partie centrale, plus élevée que le reste, est entourée de quatre tours s'élevant à 36 mètres. Trois galeries transversales occupent l'intérieur de l'édifice. La galerie centrale a 36 mètres de largeur, avec une seconde galerie de 30 mètres sur chacun de ses côtés. Les promenoirs entre les vitrines ont 9 mètres de largeur.

Les objets exposés sont classés en dix groupes : 1° matières premières non travaillées, minérales, végétales et animales; 2° matériaux et produits résultant des procédés d'extraction ou de combinaison; 3° tissus, costumes et ornements pour les personnes; 4° meubles et objets fabriqués pour les habitations; 5° outils, appareils, machines et procédés de fabrication; 6° moteurs et transmissions; 7° méthodes et matériels pour l'accroissement et la diffusion des connaissances humaines; 8° travaux publics, architecture; 9° arts plastiques et géographiques; 10° objets mettant en lumière les efforts faits pour améliorer les conditions physiques, intellectuelles et morales de l'homme.

Le classement des produits est fait par zones d'étendue différente dans le sens longitudinal : les divers Etats exposants sont disposés par zones transversales. De cette manière, un visiteur qui voudra comparer les produits de même nature provenant des diverses régions du globe, n'aura qu'à suivre dans le sens de la longueur du palais la section réservée à ces produits. Celui qui voudra examiner seulement les produits d'un même pays, suivra la section transversale qui lui sera consacrée.

A l'exception des machines et des objets d'art, tous les produits seront placés dans l'édifice principal.

Le palais destiné aux objets d'art est en granit et en fer. Cet édifice a 110 mètres en longueur et 64 mètres de profondeur. Un dôme central le surmonte, avec une statue de l'Amérique, située à 46 mètres au-dessus du sol.

Le *Palais des arts* de l'Exposition de Philadelphie est le plus

beau monument que le Nouveau Monde ait encore affecté à cette destination.

11

Exposition internationale et Congrès d'hygiène et de sauvetage à Bruxelles, en 1876.

La Société royale des Sauveteurs de Belgique organise un congrès et une exposition internationale d'objets, d'appareils et de procédés d'hygiène et de sauvetage, qui se réunira à Bruxelles le 1er juin 1876.

L'Exposition et le Congrès d'hygiène et de sauvetage sont placés sous la haute protection du roi des Belges et du comte de Flandre, et sous le patronage de la ville de Bruxelles. Un comité central, présidé par MM. J. Anspach, bourgmestre de Bruxelles, le lieutenant général Robert, aide de camp du roi, Vervoort, avocat, et A. Warocqué, industriel, s'est formé pour fonder une société anonyme, chargée du service financier de l'exposition.

Ce comité a déjà réuni un nombre considérable d'adhésions, tant en Belgique qu'à l'étranger, et il sollicite le concours de tous ceux qui se sont préoccupés de questions touchant la vie humaine, les progrès de l'hygiène publique, ainsi que le développement intellectuel et moral des ouvriers.

Le programme et les classifications que nous donnons plus loin montrent l'étendue, l'importance et l'utilité de l'œuvre. L'étude et l'application des principes les plus salutaires de l'hygiène et du sauvetage (en donnant à cette expression la signification la plus large) s'imposent, comme des nécessités de premier ordre en présence de l'accroissement des grands centres de population et du développement de l'industrie et du commerce général des nations. Sans doute on s'est livré partout, avec ardeur, à la recherche des moyens propres à résoudre les questions qui ont pour objet le bien de l'humanité, partout on a entrepris et mené à bien des travaux considérables et d'une importance capitale dans cet ordre d'idées; il est seulement nécessaire de répandre ces travaux et de mettre chacun en état d'en profiter. Tel est l'objet du futur congrès.

Il est à désirer que les diverses nations s'éclairent mutuellement, en se communiquant leurs découvertes, et que les travaux accomplis pour garantir la vie des ouvriers et améliorer leur existence soient appréciés à leur juste valeur, reçoivent la publicité et provoquent la reconnaissance dont ils sont dignes. Pour n'en citer qu'un exemple, il est certain qu'au moment où des sinistres nombreux sur mer, sur les chemins de fer et dans les mines, ont répandu chez diverses nations le deuil et l'anxiété, il est important de voir discuter par les hommes compétents de tous les pays les moyens de conjurer ces désastres, et cela en présence des appareils, des procédés, des modèles qui ont été proposés pour empêcher ou pour rendre plus rares ces accidents redoutables.

A l'exposition de Bruxelles en 1876, tout sera disposé pour appeler l'attention du public sur les systèmes et appareils exposés, en le mettant à même de juger par lui-même de leur valeur relative et du profit qu'on en peut tirer.

Le Congrès, en effet, sera partagé en autant de sections que l'exposition renferme de classes. Les discussions porteront plus particulièrement sur les appareils envoyés à l'exposition. Des commissions nommées par chaque section feront l'essai public des appareils ou procédés proposés. Chacun sera donc à même d'apprécier les bienfaits qui résulteraient pour lui de l'adoption des inventions et des procédés qu'il a sous les yeux. C'est ainsi que l'opinion publique secondera les efforts de l'œuvre, la publicité des expériences étant le meilleur moyen de répandre le progrès parmi les populations.

Le Congrès et l'Exposition se compléteront : dans le congrès on discutera les questions dans leur sens le plus large; l'exposition mettra sous les yeux ce que le génie moderne a produit pour préserver ou améliorer la vie humaine et assurer le bien-être des populations. Le public examinera les engins, les appareils, les procédés exposés, et des conférences lui expliqueront ce qu'il n'aura qu'imparfaitement compris. Ces conférences seront publiées sous forme de petits traités qui, vendus à bas prix, répandront partout les principes de l'hygiène, du sauvetage, etc.

On imprimera également les travaux du Congrès; ils composeront une espèce de code à l'usage des administrations publiques et des hommes spéciaux.

Des expériences sur la rivière et en mer auront lieu, les premières à Anvers, les secondes à Ostende. Les grandes industries du pays se prêteront volontiers aux essais qui

doivent avoir pour théâtre les ateliers, les usines et les mines.

La Société belge ne s'adresse qu'à l'initiative privée. Toutes les nations, tous les philanthropes, sont conviés à concourir à la souscription, qui doit donner les moyens de mener l'entreprise à bonne fin.

NÉCROLOGIE SCIENTIFIQUE

Mathieu.

La lecture des biographies des savants montre que les fatigues de l'esprit n'abrégent pas les jours de l'homme. On compte, en effet, un grand nombre de savants morts à un âge très-avancé et ayant, presque tous, conservé jusqu'à la fin de leur carrière la plénitude de leurs facultés intellectuelles. C'est que la satisfaction résultant de travaux exécutés avec goût, en donnant un libre cours aux aptitudes naturelles, est un préservatif puissant contre les maladies qui menacent la vieillesse. On se délasse facilement de ses fatigues quand on exécute un travail conforme à ses goûts. Les travaux de l'esprit portent beaucoup moins atteinte à l'organisme et à ses fonctions que les fatigues résultant des passions et des habitudes prises au milieu des surexcitations du monde.

C'est dans la simplicité d'une existence laborieuse, et qui fut toujours uniquement consacrée à servir la science, que Mathieu s'est éteint, au commencement du mois de mars 1875, à l'âge de quatre-vingt-douze ans.

Né à Mâcon, le 25 novembre 1783, Claude-Louis Mathieu, fils d'un simple menuisier, commença ses études sous la direction d'un mathématicien, l'abbé Sigorge. Le jeune savant vint à Paris, en 1801, pour suivre les leçons de Lacroix et de Delambre. Il entra à l'École polytechnique en 1803, et à celle des Ponts et Chaussées en 1805. Bientôt après Mathieu fut nommé secrétaire du Bureau des longitudes. En 1808 il fit avec Biot des expériences sur le pendule à secondes. C'est à la suite de ces travaux que Mathieu fut appelé à faire partie de l'Observatoire de Paris, en qualité d'astronome. Le Bureau des longitudes se l'attacha également. Mathieu professa l'astronomie au Collége de France. Il remporta en 1809 et en 1812 le prix

fondé par Lalande, et fut nommé membre de l'Académie des sciences en 1817, à la place de Meissier.

Mathieu fut examinateur à l'École polytechnique jusqu'en 1863, époque à laquelle il donna sa démission. Le 26 mars 1862, il devint membre titulaire du Bureau des longitudes.

Conformément aux volontés de Delambre, auteur de l'*Histoire de l'Astronomie au dix-huitième siècle*, Mathieu édita cet ouvrage en 1827; il y joignit une préface historique et une table analytique.

De nombreux rapports et notes ont été publiés par Mathieu, dans la *Connaissance des temps*, dans l'*Annuaire du Bureau des longitudes*, etc. On lui doit également des documents statistiques importants. Des *Tables de corrections* pour les levers et couchers du soleil et de la lune, ont été dressées par lui, ainsi qu'un *Tableau des plus grandes marées*, des calculs sur l'heure de la pleine mer, des tables d'intérêts composés, des tables pour calculer les hauteurs par les observations barométriques, des notes sur le mouvement de la population, etc.

Mathieu fit partie de nombreuses commissions scientifiques. C'était un travailleur infatigable. Il fut président de l'Académie des sciences en 1866.

La Commission internationale du mètre choisit, en 1872, Mathieu pour son président, et c'est avec un profond sentiment de regret et d'estime que l'un des membres étrangers de cette Commission a rendu un hommage public, dans une séance académique, au savant regretté dont la vie fut aussi modeste que fructueuse pour la science.

Mathieu avait épousé la sœur d'Arago. Il fut député de Mâcon et réélu en 1848. Il siégea à l'extrême gauche et fut nommé rapporteur de diverses commissions; mais l'Assemblée législative ne le compta pas parmi ses membres. Depuis, il s'occupa exclusivement de science.

MM. Faye, Lœwy, Dumas, Résal, ont prononcé des discours sur la tombe de Mathieu. La séance de l'Académie des sciences fut levée presque aussitôt après l'allocution prononcée par le président M. Fremy. Nous reproduisons quelques passages de cette allocution :

« Jusqu'à son dernier jour, dit M. Fremy, ce savant vénéré s'est intéressé à tous les travaux de ses confrères. Les discours prononcés ont été l'expression d'une vive sympathie, et ont rappelé les mérites de M. Mathieu. Nous n'oublierons jamais sa vie si simple et si laborieuse. Dans sa quatre-vingt-douzième année, il adressait à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des lon-*

gitudes pour 1874, dont tous les calculs avaient été revus par lui. En tête de l'*Annuaire* de 1875 se trouve un avertissement signé de son nom, qui devait être son dernier travail. La mort de M. Mathieu laissera une impression longue et profonde. Nous conserverons tous le souvenir de cette belle existence, entièrement vouée à la science, ainsi que de ce noble caractère, qui a toujours su allier l'indépendance et la fermeté à l'honnêteté et à la simplicité.... »

Gustave Thuret.

Gustave Thuret, botaniste, membre correspondant de l'Académie des sciences de Paris, de la Société linnéenne de Londres, de l'Académie des sciences de Berlin, etc., est mort à Nice, le 10 mai 1875, à l'âge de cinquante-huit ans.

Gustave Thuret, possesseur d'une grande fortune, la consacra tout entière, de très-bonne heure, à l'étude des sciences. Élève, ensuite collaborateur et ami du professeur Decaisne, Gustave Thuret s'était acquis une réputation européenne par ses admirables découvertes sur la structure, les fonctions physiologiques et la reproduction des algues. Sa découverte des organes locomoteurs des anthérozoïdes dans le *Chara* le plaça tout de suite au premier rang des botanistes s'occupant de cryptogamie.

Attaché à l'ambassade de France à Constantinople, Gustave Thuret profita de son séjour en Orient pour faire au mont Olympe, à Brousse, etc., des collections de plantes, dont quelques-unes ont été décrites comme nouvelles par M. E. Boissier.

Revenu en France en 1844, il découvre les cils moteurs des spores de diverses Conferves, des *Chætophora* et des *Œdogonium*, et signale le mode de reproduction du *Nostoc verrucosum*.

En même temps, il complétait ses recherches sur les zoospores des Algues, sur les anthéridies des Hépatiques, des Mousses et des Fougères, sur la fructification des Fucacées. Il déterminait le mode de division du conduit sporangial en deux, quatre ou huit spores, et, comme conséquence, il établissait l'existence de trois genres nouveaux.

Thuret avait attaché à ses travaux, comme peintre et dessinateur, M. Riocreux, dont l'habile pinceau reproduisait les

détails les plus délicats des Algues avec une exactitude incomparable.

En 1851, son mémoire sur les *zoospores des Algues* et les *anthéridies des Cryptogames* lui valut le grand prix des sciences naturelles à l'Académie des sciences de Paris.

Gustave Thuret s'était fixé à Antibes. Il s'était créé au bord de la mer une habitation dans un site admirable, au milieu d'un jardin peuplé d'une foule de plantes exotiques et indigènes, que les étrangers allaient visiter comme une des plus attrayantes curiosités de la contrée, et qui était pour lui un sujet continuel d'observations et d'études.

Ségalas.

Ségalas, membre de l'Académie nationale de médecine, ancien agrégé de la Faculté de médecine de Paris, l'un des inventeurs de la lithotritie, et l'un des praticiens les plus répandus de Paris pour le traitement des maladies des voies urinaires, est mort le 21 octobre 1875, au château de Latour (Seine-et-Marne), à l'âge de quatre-vingt-trois ans.

Ségalas était né à Saint-Palais (Basses-Pyrénées). Il ne commença que fort tard ses études. Il entra à quatorze ans au lycée de Pau; il en sortit avec le prix d'honneur.

Il avait ressenti de très-bonne heure du goût pour la médecine; mais ses parents hésitaient à lui faire suivre cette carrière, et l'art médical aurait été probablement privé de ses lumières, si un de ses professeurs du lycée, qui l'avait pris en affection, ne s'était chargé de l'amener avec lui à Paris et n'avait obtenu de ses parents l'autorisation de le laisser étudier la médecine.

Le jeune homme s'appliqua dès lors avec zèle à l'étude de l'anatomie, de la physiologie et de la médecine opératoire. Pressé de se procurer des ressources, il donna quelques leçons sur ces objets de ses études.

Pendant une de ces leçons, il fut remarqué par Marjolin, qui le prit pour prosecteur, puis par Magendie et Boyer. Il fut reçu docteur en médecine à la fin de l'année 1817 et commença, à l'École pratique, un cours public de physiologie qui fut très-suivi. Dès lors sa réputation alla toujours grandissant.

Il dirigea ses études vers le traitement des voies urinaires. La lithotritie, déjà pratiquée par Civiale, lui dut différents

perfectionnements, qui mirent en évidence le jeune chirurgien. Bientôt il se livra spécialement au traitement des maladies des voies urinaires, et son nom ne tarda pas à faire autorité dans cette branche de la chirurgie. Pendant que Leroy d'Étioles, Civiale et Heurteloup se disputaient bruyamment l'honneur de la création et du perfectionnement de la lithotritie, Ségalas, se dérobant aux ennuis et aux dangers de la polémique, se contentait de traiter les malades, de démontrer par sa pratique les avantages de la nouvelle méthode.

Le docteur Ségalas habitait à Paris la maison où est mort Béranger, dans laquelle toutes les sommités de l'époque vinrent rendre visite au célèbre chansonnier, maison qui lui appartenait. Il avait été nommé membre du conseil municipal de la ville de Paris en 1847 et n'a jamais cessé depuis de remplir ces fonctions. Il était également membre du conseil général.

Il était depuis 1853 officier de la Légion d'honneur.

Mme Anaïs Ségalas, l'auteur des *Algériennes*, des *Oiseaux de passage*, des *Enfantines*, et autres poésies qui sont fort appréciées des gens de goût, est la belle-sœur du docteur Ségalas.

Demarquay.

La mort du chirurgien Demarquay a vivement surpris. On a eu peine à comprendre comment sa constitution si vigoureuse avait été si vite terrassée par la maladie, et personne n'aurait pu deviner qu'un cancer de l'estomac fût l'affection à laquelle il devait succomber. Demarquay est mort le 21 juin 1875, dans son village natal, à Longueval (Somme), âgé de soixante et un ans.

Né en 1814, Demarquay était fils de simples cultivateurs de ce village. On le destinait à une profession manuelle. Il quitta sa famille à l'âge de dix-neuf ans, sans aucune ressource, mais avec une de ces volontés tenaces qui font arriver à tout. Une fois à Paris, il entra, comme répétiteur et maître d'étude, dans une pension. Il apprenait la nuit ce qu'il devait enseigner le matin. Par la force de sa volonté et son assiduité au travail il parvint à passer les examens de docteur en médecine. Il fut reçu docteur en 1847. Muni des connaissances anatomiques les plus solides, il ne tarda pas à se pousser dans la carrière de la chirurgie. D'abord prosecteur de la Faculté de

médecine, puis chef de clinique de Blandin, il fut élu membre de l'Académie de médecine et de la Société de chirurgie. Il devint ensuite chirurgien de la Maison municipale de santé. Il posa sa candidature, en 1873, à l'Académie des sciences, en remplacement de Nélaton, mais elle eut peu de succès.

Demarquay se distingua, de concert avec son ami Ricord, dans le siége de Paris. Les *ambulances de la Presse* qu'il organisa rendirent de précieux services. Partout l'activité de Demarquay multipliait les soins et secours aux blessés et aux malades. La population parisienne était vivement reconnaissante des services qu'elle recevait de ces deux hommes de cœur. Demarquay s'est trouvé avec Ricord sur tous les champs de bataille qui se sont tenus autour de Paris. Les grandes ambulances de l'École des ponts et chaussées et de Longchamp ont été témoins des hautes actions chirurgicales et des actes de charité accomplis par Demarquay et Ricord.

Demarquay était doux, affectueux et bienveillant. Il s'attachait à ses malades et, comme Nélaton, se montrait auprès d'eux plein de prévenance et d'attentions. Son caractère était gai et confiant. Il aimait à rappeler son humble origine et les difficultés de ses débuts. Il se souvenait avec reconnaissance de ceux qui l'avaient encouragé et soutenu au commencement de sa carrière. On peut dire qu'il avait le culte de la gratitude. Son maître, Blandin, était surtout l'objet d'une sorte de vénération : il n'en parlait qu'avec une affection respectueuse et attendrie. Il aimait à encourager les jeunes gens, les travailleurs, tout en gardant pour les anciens une pieuse déférence. Dans ces derniers temps, Ricord était devenu le témoin obligé de toutes ses grandes opérations, et Ricord lui confiait toutes celles qu'il ne voulait pas pratiquer lui-même. Son souvenir restera comme celui d'un des plus laborieux pionniers de la science, comme celui d'un des meilleurs praticiens, qui sut concilier l'esprit scientifique avec le sens pratique de la chirurgie.

Lorsque Demarquay fut arrivé à la fortune, il se hâta d'acheter une propriété dans le lieu même de sa naissance. C'est là qu'il se retira dès qu'il ressentit les premières atteintes de son mal. C'est là qu'il est mort, après une maladie dont la marche se montra excessivement rapide et dont il prévit lui-même bien vite l'issue fatale. Sa mort a été celle de Trousseau : même maladie, même abnégation, même tranquillité d'âme, même exemple sublime pour nous apprendre à mourir dignement.

Demarquay a disposé, par testament, de différentes sommes en faveur d'institutions scientifiques. Il a laissé une somme de 10 000 francs à la Société de chirurgie et de 100 000 francs à l'Académie de médecine, pour contribuer à l'érection d'un monument destiné à ce corps savant. Dans le cas où le gouvernement supporterait seul les frais de la construction de cet édifice, ce que tous les pouvoirs passés ont promis, les intérêts de cette somme de 100 000 francs seraient affectés à des prix décernés par l'Académie.

Demarquay a modifié avantageusement de nombreux procédés opératoires. Il a publié plusieurs ouvrages relatifs à son art, et un *Traité de pneumatologie* qui renferme des observations et des considérations remarquables et tout à fait spéciales sur les gaz, leur rôle dans la physiologie animale et leur emploi dans la thérapeutique.

Henri Desportes.

Le docteur Henri Desportes, membre de l'Académie de médecine, est mort à Paris, à l'âge de quatre-vingt-treize ans, le 10 août 1875. Titulaire de l'Académie de médecine depuis sa fondation, Desportes était un des membres les plus assidus de cette compagnie savante; mais depuis bien des années il s'était retiré du service actif de la science. Ses travaux sont d'ailleurs peu nombreux. C'était un praticien habile et un médecin instruit.

Giraldès.

Le docteur J. A. C. Giraldès, membre de l'Académie de médecine, ancien agrégé de la Faculté de médecine de Paris, ancien médecin du bureau central des hôpitaux, est mort à Paris, le 26 novembre.

Giraldès était fils du consul de Portugal à Gênes, mais il fut naturalisé Français peu de temps après l'arrivée de sa famille à Paris. Il fut reçu docteur en 1836, et fut nommé, au concours, agrégé de la Faculté de médecine, en 1844.

On lui doit quelques travaux originaux, relatifs à la chirurgie; mais son mérite essentiel résidait dans sa vaste érudition, qui rendait son commerce utile à ses confrères, et redou-

table aux innovateurs. Giraldès connaissait presque tout ce qui avait été écrit en médecine et en chirurgie dans notre siècle, et il retrouvait avec une étonnante facilité l'origine première de beaucoup de procédés chirurgicaux présentés de bonne foi comme nouveaux par leurs auteurs.

Giraldès a succombé à une apoplexie cérébrale, pendant qu'il travaillait à la bibliothèque de l'Académie de médecine. Il est mort comme il avait vécu : au milieu des livres.

Duchenne (de Boulogne.)

Duchenne (de Boulogne), reçu docteur en médecine en 1831, membre de plusieurs sociétés savantes, lauréat de l'Institut (grand prix de 20000 fr.), chevalier de la Légion d'honneur, né à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), est mort à soixante-dix ans, par apoplexie cérébrale, le 18 septembre 1875.

Duchenne exerçait la médecine à Boulogne-sur-Mer; mais, s'étant adonné avec ardeur à l'étude de l'électricité appliquée à la médecine et à la chirurgie, il quitta Boulogne en 1846, et se rendit à Paris, où il pouvait seulement trouver le terrain nécessaire à la continuation de ses travaux physiologiques.

Lorsque Duchenne arriva à Paris muni des divers spécimens de l'appareil de *faradisation* dont il était l'inventeur et le constructeur, et d'un gros carton d'observations, d'expériences et de notes, qui devaient plus tard constituer les matériaux de sa première publication, *l'Électrisation localisée*, on pouvait prévoir qu'un homme qui entrait en lutte avec un pareil bagage, une volonté aussi ferme et l'amour pour le travail poussé jusqu'à la passion, ne tarderait pas à se faire une place à part dans ce tourbillon où s'agitent et se heurtent toutes les ambitions. Ce qui était moins aisé à deviner, c'était l'extension que devait recevoir ultérieurement l'œuvre de Duchenne, par le progrès successif de ses idées et le développement de ses découvertes.

Duchenne (de Boulogne), qui a mené à bien une des plus grandes œuvres en physiologie et en pathologie, n'a dû ses féconds résultats qu'à son talent pour les inventions instrumentales, qu'à sa patience et à son labeur incessant. Il fabriquait et modifiait lui-même ses nombreux instruments pour

l'application de l'électricité à l'économie animale, comme il préparait lui-même et disposait ses appareils de photographie pour reproduire l'état normal ou pathologique des organes qu'il étudiait et qu'il voulait mettre sous les yeux de ses lecteurs ou de ses auditeurs.

Son titre scientifique principal est d'avoir bien apprécié les déviations, banalement décrites avant lui sous les noms de *rétraction musculaire*, *convulsion tonique*, etc. Le *pied bot paralytique*, la *paralysie atrophique graisseuse* de l'enfance, les fonctions musculaires de la main et du pied et leur orthopédie n'ont été bien vus que par Duchenne. Il a une part au moins égale à celle de Cruveilhier dans la découverte de l'*ataxie locomotrice*. Dans le traitement des paralysies par l'électricité, Duchenne a indiqué et expliqué les modes pratiques de traitement, qui n'ont été contestés par personne.

Son premier mémoire sur l'*électricité localisée* fut présenté à l'Académie des sciences de Paris, en 1847. Il enseigne dans ce mémoire les moyens de limiter l'excitation électrique sur les différents faisceaux musculaires.

En 1850, le professeur Bérard fit un rapport à l'Académie de médecine sur les recherches électro-physiologiques de Duchenne (de Boulogne) concernant les fonctions des muscles de la face traduites par la photographie.

Un album photographique représentant l'expression des différents sentiments de l'âme provoqués par le courant électrique eut dans le monde un retentissement mérité. Les agitations de l'esprit qui devancent la volonté s'exprimaient au dehors par les contractions des muscles faciaux et retraçaient sur le même visage les impressions les plus diverses. L'exposé de ces recherches compose un gros volume ayant pour titre : *Mécanisme de la physionomie humaine*, qui fait suite au traité ayant pour titre *la Physiologie des mouvements démontrée à l'aide de l'expérimentation électrique*.

Duchenne a établi d'excellentes distinctions cliniques entre les différentes espèces de paralysies ; il a précisé celles qui sont susceptibles de guérison et celles qui sont incurables. Au nombre de ces dernières se montre celle encore si obscure dans ses causes, si bizarre, si variée dans ses effets, encore improprement appelée *ataxie locomotrice*, que Trousseau voulait appeler du nom de Duchenne, comme on a appelé *maladie d'Addison* la maladie bronzée.

A ces maladies fatalement progressives, Duchenne en a ajouté d'autres, en marquant les bornes actuelles de la science,

mais incitant les travailleurs à chercher au delà. Telles sont la paralysie infantile ou obstétricale, la paralysie spinale antérieure aiguë de l'adulte et la paralysie générale spinale antérieure subaiguë. Toutes ces distinctions sont importantes pour le pronostic. Duchenne est mort au moment où il allait poursuivre ce genre de recherches.

Duchenne était artiste en même temps que physiologiste. Il a consacré son temps et une partie de sa fortune à établir le jeu des muscles du visage dans l'expression des passions. Il apportait dans cette étude la précision du savant, réservant son goût artistique pour la représentation photographique des expériences qui lui avaient démontré les véritables fonctions des muscles de la face. Son ouvrage a inspiré en partie le livre de Darwin sur l'*Expression des émotions*. Darwin a même emprunté plusieurs figures à l'ouvrage français.

Ses deux œuvres principales sont : le *Traité de l'électrisation localisée* et la *Physiologie des mouvements*. Ces deux ouvrages résument des travaux publiés sous forme de mémoires depuis 1850 jusqu'à nos jours. Des recherches expérimentales ont été publiées sur le même sujet en Angleterre et en Allemagne, mais il est certain que Duchenne (de Boulogne) a été le véritable initiateur de ces études.

Il nous reste à ajouter, pour compléter sa physionomie scientifique, que Duchenne (de Boulogne) a été un savant libre dans toute l'acception du mot. Il n'a été ni professeur ni académicien, il n'a jamais eu ni chaire ni service d'hôpital. Il n'avait d'autre laboratoire que celui qu'il s'était créé, d'autres instruments que ceux qu'il avait confectionnés lui-même, d'autre champ d'observation que celui qui est ouvert, dans les hôpitaux de Paris, aux travailleurs de bonne volonté.

Le constant abandon dans lequel Duchenne (de Boulogne) a été laissé durant toute sa carrière, le peu d'attention que ses travaux excitaient à la Faculté de médecine, à l'Académie de médecine et à l'Académie des sciences, est triste à constater, quand on considère le retentissement que ses découvertes trouvaient à l'étranger. Cet exemple prouve combien l'enseignement de la médecine et de la chirurgie, dans la capitale de la France, réclame les réformes profondes que l'on annonce et qui sont de toute nécessité. Dans un corps enseignant bien constitué les travaux de Duchenne (de Boulogne) auraient dû recevoir un appui et un concours incessant. Ils ne rencontrèrent à Paris que l'indifférence ou une estime stérile.

Le docteur Louis Roche.

Tous les élèves en médecine de ma génération ont étudié la pathologie dans les *Éléments de pathologie médico-chirurgicale de Roche et Sanson*. C'était le bréviaire des Facultés. Aujourd'hui, les *Éléments* de Roche et Sanson sont bien oubliés. Sanson est mort depuis longtemps, et Roche était mort pour ses contemporains bien avant le moment de son heure dernière, arrivée à Paris le 4 avril 1875, car il était devenu aveugle et ne comptait plus qu'à titre de souvenir dans la famille médicale.

Cependant Roche a eu une longue et brillante carrière, non comme professeur, mais comme praticien et écrivain. Il avait eu le bon esprit, après avoir obtenu le titre de membre de l'Académie de médecine, de se tenir à l'écart de l'enseignement et du monde officiel, et de ne rien demander qu'à l'exercice de sa profession et à sa plume.

Cette plume était active et féconde. Roche arriva à la science médicale dans un moment où son talent et sa fougue purent librement s'exercer. Les idées de Broussais étaient alors dans toute leur vogue. Les étudiants se portaient en masse au cours de l'illustre et bruyant réformateur. Roche fut un des plus ardents adeptes de Broussais. Il fit paraître un opuscule qui révélait toute sa supériorité de polémiste et qui portait pour titre : *De la non-existence des fièvres essentielles*. Tous les journaux de médecine ouvrirent dès lors leur rédaction à Roche, qui collabora successivement au *Journal universel de médecine*, au *Dictionnaire des sciences médicales*, aux *Archives générales de médecine*, aux *Annales de la médecine physiologique*, au *Journal hebdomadaire de médecine*, etc.

La réputation médicale de Roche comme savant et comme praticien s'étendait et grandissait chaque jour. Membre adjoint de l'Académie de médecine, il en devint membre titulaire en 1850. Il remplit pendant plusieurs années les fonctions de secrétaire annuel de cette compagnie savante. Il fut ensuite élu président de l'Académie, et reçut en 1857 la croix de chevalier de la Légion d'honneur, et en 1862 celle d'officier.

On doit à Louis Roche un grand nombre de publications et d'articles dans les journaux et dictionnaires de médecine. Les

Éléments de pathologie médico-chirurgicale, en collaboration avec Sanson aîné, parurent de 1825 à 1828, et eurent un grand nombre d'éditions. Revenu de ses premières illusions et de son enthousiasme juvénile pour la doctrine de l'irritation, Roche rédigea depuis un grand nombre d'articles dans le *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, et beaucoup d'articles de journaux, dans lesquels on trouve l'empreinte d'un bon esprit pratique et d'un véritable talent de discussion.

Sa sincérité, l'honnêteté de ses convictions et la droiture de sa vie feront vivre la mémoire de Roche, qui a véritablement honoré la profession médicale, tant par ses travaux que par sa dignité, ainsi que par l'indépendance de son caractère.

Paul Lorain.

Un professeur qui donnait de grandes espérances à la Faculté de médecine de Paris, mais qui n'avait pas donné autre chose, Paul Lorain, chargé de l'enseignement de l'histoire de la médecine, est mort subitement, le 25 octobre 1875, d'une attaque d'apoplexie, pendant une visite qu'il faisait à un malade.

Né à Paris en 1828, Paul Lorain avait été nommé au concours agrégé de la Faculté de médecine en 1860, et médecin des hôpitaux en 1861.

Il était entré avec éclat dans la carrière médicale par la publication d'une thèse intitulée *De la fièvre puerpérale chez la femme, le fœtus et le nouveau-né* (1855).

Tous les travaux publiés depuis par Paul Lorain ont eu le même cachet d'originalité et il avait su donner ce même caractère d'originalité à son enseignement. Nous citerons sa thèse de concours d'agrégation sur l'*albuminurie*, ses recherches sur la *médecine thermométrique* exposées dans un volume sur le *choléra* et ensuite dans un deuxième ouvrage sur le *pouls*. Il prit également une part active aux discussions et aux réformes proposées relativement au régime des maternités.

Paul Lorain avait recueilli des matériaux considérables pour la publication d'un nouvel ouvrage sur la température du corps dans les maladies.

C'est au milieu de cette brillante et laborieuse carrière que Paul Lorain a été brusquement enlevé, à l'âge de quarante-sept ans.

Il avait été nommé professeur d'histoire de médecine à la

Faculté de médecine de Paris, en remplacement de Ch. Daremberg, savant éminent. Daremberg avait cherché à reconstituer dans son cours la tradition médicale, en s'appuyant sur une interprétation rigoureuse des textes. Cette méthode, un peu aride, avait procuré plus de succès à l'helléniste qu'au professeur. Lorain suivit une autre voie. Il évoquait les anciens médecins; il faisait revivre les hommes dont il rapportait les opinions dans le milieu où ils avaient vécu, avec les qualités et les défauts qu'ils devaient à leur époque et à eux-mêmes. Il entrait dans leur existence et leur pensée, il reconstituait le tableau de leur existence avec une vérité saisissante. Il faisait aimer à la jeunesse cette histoire de la médecine, si pénible à posséder quand elle se présente avec la pesanteur et la solennité qui l'entourent d'ordinaire.

Cette chaire d'histoire de la médecine a du malheur. Très-difficilement obtenue, après plus d'un quart de siècle de sollicitations, elle échoit enfin à Daremberg, que la mort saisit après ses deux premières leçons; Paul Lorain lui succède, et il n'a le temps de professer que deux ans. Espérons qu'à sa troisième incarnation, la chaire d'histoire de la médecine prendra à la Faculté la place importante qu'elle doit occuper dans l'enseignement public.

Édouard Collomb.

Édouard Collomb, géologue estimé, membre de la Société géologique de France, connu par ses travaux sur les glaciers de la Suisse et par ses études géologiques en Espagne, est mort à Paris, le 28 mai 1875, à l'âge de soixante-dix-neuf ans.

Édouard Collomb a accompagné Agassiz, dont il était un des correspondants en Europe, dans les voyages qui servirent à cet illustre naturaliste à établir sa théorie des glaciers.

Il a exploré pendant de longues années, en compagnie de M. de Verneuil, l'Espagne, dont il a tracé la première carte géologique qui ait été publiée. Les richesses minéralogiques de ce pays étaient profondément ignorées avant lui.

Édouard Collomb a consacré toute sa vie à l'étude de la géologie. Sa bonté et sa complaisance étaient sans bornes. Toutes les fois qu'un savant s'adressait à lui pour des renseignements ou des recherches, Collomb était heureux de mettre à

sa disposition les nombreux matériaux qu'une longue carrière lui avait permis de rassembler.

Seguin aîné.

Marc Seguin, une de nos grandes illustrations nationales, est mort à Annonay, le 24 février 1875, à l'âge de quatre-vingt-neuf ans.

Né à Annonay, le 20 avril 1786, Marc Seguin a parcouru une longue et utile carrière scientifique et industrielle.

Neveu et élève de l'illustre Montgolfier, l'inventeur des ballons, Marc Seguin recueillit les idées scientifiques de son oncle, et leur donna un entier développement en les fécondant par son propre génie.

Marc Seguin commença de bonne heure sa carrière industrielle, en société avec ses frères. Dès l'année 1825, il créa et construisit le premier grand chemin de fer qui ait existé en France : celui de Lyon à Saint-Étienne. Partout il laissait des traces de son esprit perspicace et inventif. C'est à lui que nous devons les ponts en fil de fer et la locomotive à chaudière tubulaire, qui détermina la création des chemins de fer à grande vitesse. Pour nous, le véritable inventeur des chemins de fer, c'est Marc Seguin, qui, par sa chaudière tubulaire, rendit possible la construction des locomotives et l'emploi de la vapeur sur une voie ferrée.

Les travaux qui consacrent les droits de Marc Seguin à la découverte des ponts en fer et des locomotives à grande vitesse sont consignés dans deux ouvrages publiés, l'un en 1826 (*les Ponts en fil de fer*), l'autre en 1839 (*les Chemins de fer*).

Travailleur infatigable, Marc Seguin ne se contentait pas de cette vie si active qu'il a poursuivie jusqu'à ses derniers jours. Animé d'un ardent amour pour la science, il ne cessait d'en étudier les problèmes les plus délicats. La constitution intime des corps, la théorie mécanique de la chaleur, l'identité du calorique et du mouvement, idée féconde qu'il a le premier formulée, tels étaient les objets de ses réflexions et de ses travaux. De nombreux mémoires, parmi lesquels nous citerons celui sur la *cohésion* et ceux sur *l'origine et la propagation de la force*, *les causes et les effets de la chaleur de la lumière et de l'électricité*, ont été publiés par lui ou insérés dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*.

Patronné par Arago, dont il était l'ami, Marc Seguin était depuis longtemps correspondant de l'Institut. Chevalier de la Légion d'honneur depuis 1836, il ne fut nommé officier qu'en 1866.

Modeste dans ses goûts et fuyant les honneurs, Marc Seguin menait une vie retirée au milieu de sa nombreuse famille, employant sa fortune, acquise par le travail, à faire le bien autour de lui. Une mort chrétienne, douce et calme, digne de cette existence si belle, est venue l'arracher à l'amour des siens et à la reconnaissance de ceux qu'il a soulagés.

La science a perdu en lui un homme illustre, et la ville d'Annonay un homme de bien.

Émile Baudelot.

Le 28 février 1875 est mort à Nancy un professeur qui donnait les plus légitimes espérances. Né le 14 mars 1834, à Vendresse (Ardennes), Émile Baudelot est mort avant l'âge de quarante ans. Élève de M. Blanchard, il s'était distingué, jeune encore, par de remarquables travaux d'histologie. Il joignait à une grande pénétration d'analyse un esprit hardi, investigateur, qui ne reculait pas devant la théorie, à la condition que cette théorie s'appuyât sur des faits patiemment observés et contrôlés avec une sévérité rigoureuse.

Ces qualités le désignèrent, en 1865, à l'attention du Ministre de l'instruction publique, quand il fallut combler, à la Faculté des sciences de Strasbourg, le vide que venait de causer la mort de Lereboullet, doyen de cette faculté et titulaire, depuis trente-six ans, de la chaire d'anatomie comparée.

Baudelot était jeune pour un tel héritage, mais son esprit ouvert, son ardeur au travail, lui concilièrent bientôt l'affection de ses collègues. Aucun de ses élèves n'a oublié le charme et l'originalité de son enseignement. Comme s'il eût eu le pressentiment d'une fin prochaine, il ne cessait d'amasser les matériaux d'études nouvelles. Il a laissé tout un recueil de recherches sur le cerveau des poissons, qui restera dans la science.

Baudelot s'était surtout occupé d'anatomie et de physiologie comparées. Il fut reçu, en 1858, docteur à la Faculté de médecine de Paris, et en 1861 il communiquait aux naturalistes un mémoire concernant ses recherches expérimentales sur les *fonctions de l'encéphale des poissons*.

En 1863, Baudelot soutint avec distinction sa thèse pour le doctorat ès sciences. Il travailla auprès de M. Blanchard jusqu'en 1865, époque à laquelle il fut appelé à occuper à Strasbourg la chaire devenue vacante, comme nous venons de le dire, par le décès de Lereboullet. Son succès comme professeur fut complet. Outre le talent nécessaire à l'enseignement public, il possédait les qualités du cœur qui font aimer le maître.

Quoique doué d'une organisation délicate, Baudelot avait un caractère énergique. Pendant la guerre de 1870-71, il servit comme médecin-major dans le corps d'armée du général Ducrot. Il fut ensuite attaché aux ambulances de Haguenau. Il revint à Paris en 1871. Après la prise de Strasbourg, qui raya de notre nationalité l'Université de cette ville, Nancy remplaça Strasbourg comme ville universitaire. Le dédoublement de la chaire d'histoire naturelle de la Faculté de Nancy fit choisir Baudelot pour enseigner, dans cette faculté, l'anatomie comparée et la zoologie.

« Tous ceux, dit un professeur de la Faculté de Nancy, M. L. Grandeau, qui ont vécu en communauté d'idées scientifiques et philosophiques avec Baudelot, savaient tout ce qu'il y avait de charme dans cet esprit si délicat, de sincérité et de droiture dans cette nature ardente, sous un calme et une bienveillance qui n'excluaient, tant s'en faut, ni la netteté dans l'appréciation des choses et des hommes, ni la franchise dans l'expression de la pensée.... »

Baudelot a publié divers mémoires sur l'ichthyologie. Il travaillait à un grand *Traité de zoologie générale*. Il est mort au moment même où l'Académie des sciences le mettait en première ligne parmi les candidats à une place vacante de correspondant.

Émile Kopp.

Émile Kopp, chimiste éminent, l'un des créateurs de la chimie atomique, à qui l'on doit un grand nombre de découvertes en chimie organique, particulièrement dans les matières colorantes dérivées de l'aniline, et la première observation concernant le *phosphore amorphe*, est mort à Zurich, dans les premiers jours de décembre.

Émile Kopp était né à Wasselonne, le 3 mars 1817. Reçu doc-

teur ès sciences, il fut nommé professeur de toxicologie à l'École de pharmacie de Strasbourg. En 1849, le département du Bas-Rhin le nomma député à l'Assemblée nationale; mais, impliqué dans l'échauffourée des Arts et Métiers, au mois de juin 1849, il passa en Suisse, et résida à Lausanne, où l'Académie lui confia une place dans son enseignement.

En 1851, Kopp se rendit en Angleterre et y travailla dans un laboratoire de chimie. Il rentra en France bientôt après, et prit à Paris la direction du laboratoire de Gerhardt, lorsque celui-ci fut appelé à la chaire de chimie de la Faculté des sciences de Strasbourg.

Le gouvernement italien l'appela à remplir à Turin une chaire de chimie au Muséum de cette ville. Il quitta ce poste, en 1871, pour aller occuper à Zurich la chaire de chimie du *Polytechnicum*, en remplacement de son beau-père, Bolley, le chimiste bien connu, auteur du *Traité des matières colorantes dérivées de l'aniline*.

Dans cette vie errante, Émile Kopp n'a pu faire porter tous leurs fruits à ses éminentes qualités d'observateur et d'expérimentateur. Cependant ses travaux scientifiques sont estimés.

Émile Kopp était un des rédacteurs habituels de la *Revue scientifique* du docteur Quesneville.

D'Omalius d'Halloy.

Le géologue célèbre dont s'honorait la Belgique, l'homme éminent qui occupa dans son pays les plus hautes fonctions publiques, et qui fit briller dans les genres les plus divers les facultés multiples de son esprit, d'Omalius d'Halloy est mort à Bruxelles, le 15 janvier 1875. Il était né à Liége, le 16 février 1783; il était donc âgé de quatre-vingt-douze ans.

La science et la politique se sont partagé à peu près également la vie de d'Omalius. D'une famille noble, et dans laquelle les fonctions publiques se transmettaient héréditairement, il était, en 1807, maire de Skeuvre, et plus tard maire de Braibant. En 1814, il fut nommé sous-intendant de l'arrondissement de Dinant, puis secrétaire général à Liége, sous le gouvernement des puissances alliées. En 1815, il était gouverneur de la province de Namur.

C'est à cette époque qu'il publia le *Code administratif de la*

province de Namur. En 1848, il fut appelé au Sénat, et ne tarda pas à en être élu vice-président, titre qu'il conserva jusqu'en 1868.

Ses fonctions politiques et administratives ne l'empêchaient pas de s'occuper de sciences. La géologie venait d'être créée par Cuvier, Brongniart, Buckland et leurs illustres émules. D'Omalius d'Halloy prit une part active aux travaux qui eurent pour résultat de fonder la géologie sur les bases de l'observation positive. En 1808, il publiait son *Essai sur la géologie du nord de la France*, qui peut être considéré comme l'un des principaux points de départ de la géologie stratigraphique. Jusque-là, en effet, on n'avait eu que des idées très-imparfaites sur la constitution de l'écorce terrestre, et l'on ne se gênait pas pour qualifier la géologie de roman de la nature. Elle perdit cette fâcheuse appellation à partir des études qui déterminèrent rigoureusement la succession et la superposition des couches du globe terrestre.

Après la publication de son *Essai sur la géologie du nord de la France*, d'Omalius d'Halloy fut chargé par Napoléon Ier de dresser la carte géologique de l'empire français. L'exécution de cette carte demanda à son auteur six années de travail. Elle était terminée en 1813; mais les événements politiques survinrent, et la carte ne fut publiée qu'en 1823. Quelques années après parut la grande *Carte géologique de France* de Dufresnoy et Élie de Beaumont, qui dépassait singulièrement en exactitude celle de d'Omalius. Ce travail n'en resta pas moins acquis à la science : les travaux de d'Omalius d'Halloy avaient contribué à l'exécution de la grande carte de Dufresnoy et Élie de Beaumont.

D'Omalius d'Halloy ne recommença ses publications scientifiques qu'en 1828; mais à partir de cette époque, et jusqu'en 1853, il fit paraître sur des sujets variés un assez grand nombre d'ouvrages. Citons entre autres ses *Éléments de géologie*, qui embrassent la géographie, la minéralogie, la géologie, la météorologie; son travail sur les *roches considérées minéralogiquement*, et son mémoire sur les *races humaines* ou *Éléments d'ethnographie*.

Indépendamment de tous ces travaux, d'Omalius d'Halloy a publié une quantité considérable de notes et de mémoires dans le *Journal de physique, de chimie et d'histoire naturelle*, dans les *Annales des mines de France*, le *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, le *Bulletin de la Société géologique de France* et celui *de l'Académie royale de Belgique*.

Wheatstone.

Un illustre associé étranger de l'Académie des sciences de Paris, Charles Wheatstone, est mort à Paris, le 25 octobre 1875. Il était seulement de passage dans cette ville; sa famille, accourue en toute hâte, a pu assister à ses derniers moments.

M. Dumas, ami du célèbre physicien, s'est fait l'interprète des regrets des savants français.

« Il n'est pas, dit M. Dumas, de question délicate se rattachant à l'acoustique, à l'optique et surtout à l'électricité, que M. Wheatstone n'ait abordée et sur laquelle il n'ait répandu de vives clartés. Il en est plusieurs qui l'ont conduit à des découvertes de la plus haute valeur pour la science pure ou d'un caractère pratique propre à les rendre populaires. Lorsqu'on examine au stéréoscope ces vues étonnantes de pays lointains ou de montagnes inaccessibles, ces reproductions saisissantes des grands mouvements de l'Égypte, de la Grèce et de l'Italie, on ne saurait oublier que l'instrument qui les reproduit sous nos yeux avec leur perspective, leurs places et leur solidité, a été inventé par sir Charles Wheatstone, non par un hasard heureux ou par des tâtonnements pénibles, mais par une suite d'études délicates et profondes sur la physiologie de la vision. Mettant à profit les formules sévères de l'optique et l'observation des phénomènes fugitifs des sensations perçues par l'œil, il découvrait par quels artifices des dessins plats peuvent donner le sentiment exact, l'allusion complète du relief.

« Ainsi est née cette industrie nouvelle qui, perfectionnée par son illustre compatriote Brewster, occupe aujourd'hui des milliers d'artistes et d'ouvriers, et contribue aux jouissances intellectuelles des millions de créatures civilisées. »

Wheatstone n'est pas l'inventeur de la télégraphie électrique; personne ne songerait à contester cette gloire à Samuel Morse, qui le premier construisit un télégraphe électrique, en faisant l'application de la découverte d'Ampère et Arago sur l'aimantation du fer doux par le courant voltaïque. Mais Wheatstone a attaché son nom à l'établissement de la télégraphie électrique en Angleterre. Le premier il fit poser les fils d'un télégraphe électrique le long de la voie d'un chemin de fer, et le télégraphe à *double aiguille aimantée*, qui est

encore en usage en Angleterre, était son invention particulière.

On doit à Wheatstone une longue et persévérante succession d'études et d'inventions destinées à rendre la combinaison des appareils télégraphiques plus sûre, leur maniement plus facile, et à écarter de leur jeu toutes les causes de trouble.

« C'est ainsi, dit M. Dumas, que Charles Wheatstone a été conduit à rechercher avec quelle vitesse l'onde électrique se propage le long d'un fil métallique, par quelles causes son transport peut être retardé, arrêté ou ramené vers le point de départ.

« C'est ainsi qu'en changeant la nature des métaux chargés de livrer passage au courant électrique, il constatait que l'étincelle qui se dégage de chacun d'eux émet des rayons colorés caractéristiques, préludant déjà à la découverte de la spectroscopie, faite pour étonner bientôt le monde savant.

« C'est encore ainsi qu'ayant à mesurer la marche rapide de l'électricité dans un fil métallique, égale à celle de la lumière, il inventa l'admirable méthode des miroirs tournants, dont Arago, qui la qualifie en ces termes, et ses collaborateurs devaient faire un si noble emploi.

« Cette méthode admirable, en effet, permit à Arago, couronnant l'œuvre de sa vie scientifique, de tracer d'une main sûre le plan de l'expérience fondamentale qui devait décider si la lumière est un mouvement ondulatoire.

« Exécutée par un expérimentateur consommé, elle donna tort à la théorie de l'émission. Cette méthode a donc fourni à la philosophie des sciences la donnée certaine sur laquelle reposent nos idées sur la nature des forces, et en particulier sur celle de la lumière. A l'aide de cet artifice ou d'un artifice analogue, on est parvenu même à mesurer la vitesse de la lumière par les expériences purement terrestres qui, poursuivies sous une forte impulsion, ont contrôlé la mesure de la distance de la terre au soleil.

« La durée de mouvements rapides comme la pensée, ou même plus rapides qu'elle, est donc mesurée sans incertitude par la méthode des miroirs tournants ou par des procédés se rapprochant de son principe. Cette méthode, qui rendra le nom de sir Charles Wheatstone immortel, marque une date et caractérise une époque dans cet art difficile de consulter la nature, base solide de la science moderne. »

Charles Lyell.

L'un des plus célèbres géologues de notre époque, le savant anglais Charles Lyell, est mort à Londres, le 21 février 1875, à l'âge de soixante-dix-huit ans.

Lyell avait fait ses études à Oxford, au collége d'Exeter; il se destinait au barreau. Cependant son goût pour les travaux de géologie s'était révélé de bonne heure. Il ne tarda pas à imaginer une théorie nouvelle sur la constitution du globe, et il publia ses idées en 1833, dans un ouvrage ayant pour titre : *Principes de géologie.* Dix éditions successives de ce livre en font comprendre la valeur. Charles Lyell fut élu président de la Société géologique de Londres en 1836; il reçut encore cet honneur en 1850. Créé chevalier en 1848, il devint baronnet en 1864.

Charles Lyell continua l'œuvre de Darwin sur l'origine des espèces. Ce fut le sujet de son dernier ouvrage, qui parut en 1863 sous ce titre : *l'Antiquité de l'homme.*

Schrötter.

Anton Schrötter, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Vienne, est mort le 24 août 1875. Il était né en 1802, à Olmutz, en Moravie. En 1822, il étudiait la médecine à Vienne; il se voua bientôt à la chimie et à la physique. En 1830, il devint professeur de ces deux sciences au Joanneum de Gratz, en Styrie. Après un voyage qu'il fit en France et en Allemagne en 1848, il réorganisa entièrement son laboratoire. En 1843, il fut nommé professeur de chimie technique spéciale, et en 1845 professeur de chimie technique générale, à l'Institut polytechnique de Vienne. De 1847 à 1848, il fut chargé d'enseigner la chimie à l'archiduc François-Joseph (empereur d'Autriche) et à l'archiduchesse Marie.

C'est aux efforts persévérants de Schrötter qu'est due la création de l'Académie de Vienne, dont il fut secrétaire depuis 1850. Il fut membre du jury aux expositions de 1857, 1862, 1867 et 1874, et vice-président de la quarante-quatrième classe (produits chimiques et pharmaceutiques) à l'Exposition universelle de Paris en 1867. Il fut nommé de l'ordre de François-Joseph en 1856, et de celui de la Couronne de fer en 1857. En 1868, Schrötter fut nommé directeur de l'hôtel de la Mon-

naie, avec le titre de conseiller ministériel. Il continua à travailler dans son laboratoire particulier jusqu'à sa mort.

Un *Manuel de chimie*, un grand nombre de mémoires et de publications périodiques ont été publiés par Schrötter.

M. Dumas, en informant l'Académie des sciences de Paris de la perte que les sciences venaient d'éprouver en la personne de Schrötter, s'exprimait ainsi :

« Pendant quarante années consacrées au professorat ou à des recherches personnelles, M. Schrötter s'est montré l'un des plus éminents interprètes de la science et l'un des plus féconds expérimentateurs. Son nom demeure attaché à l'une des plus brillantes découvertes, celle du phosphore amorphe. L'Académie, en lui accordant à cette occasion un de ses prix annuels, avait voulu marquer à la fois l'importance de cet intérêt au point de vue de l'hygiène publique et son extrême intérêt au point de vue de la philosophie naturelle. »

Argelander.

Argelander était un des astronomes les plus renommés de l'Allemagne.

Né à Meniel, le 22 mars 1790, il est mort à Bonn, le 17 février 1875. Cet habile observateur commença ses études à l'université de Kœnigsberg. En 1820, il était l'assistant de Bessel à l'observatoire de cette ville. Quelques années après, en 1823, Argelander s'occupa principalement des mouvements propres des étoiles; ces observations furent faites en Finlande, à Abo, et continuées à Helsingfors à partir de 1832.

Dans l'intervalle de 1755 à 1830, un certain nombre d'étoiles s'étaient avancées vers la constellation d'Hercule d'une manière sensible. Argelander en compta près de quatre cents qui, dans ce mouvement, avaient marché de plus de quinze secondes de degré.

Il fit paraître en 1837 un ouvrage sur le *mouvement du système solaire*. Il se rendit alors à Bonn, sur l'invitation qu'il reçut de l'université de cette ville. Un observatoire lui fut bâti en 1845, et il y poursuivit ses études avec la plus grande activité. Les étoiles variables furent principalement l'objet de ses recherches. On trouve dans son *Uranométrie* de très-bonnes déterminations des grandeurs des étoiles.

Argelander travailla pendant une longue suite d'années à un *Atlas céleste*, qui a été terminé dans ces derniers temps et qui

renferme toutes les étoiles depuis la première grandeur jusqu'à la dixième. C'est d'après ses observations personnelles sur les positions déterminées par lui qu'Argelander a composé cet Atlas, l'une des meilleures publications qui aient paru sur la richesse stellaire.

Fossati.

Le docteur Fossati, célèbre phrénologiste, est mort à Paris, le 20 décembre 1874, à l'âge de quatre-vingt-neuf ans.

Né en Italie, le 30 avril 1786, Fossati vint en France en 1821 et se fixa à Paris en 1822. Disciple de Gall, il n'a jamais cessé de développer et de propager la phrénologie. Docteur de la Faculté de Pavie, il se forma bientôt une clientèle, qui augmenta rapidement.

Président de la Société phrénologique, qu'il avait fondée en 1823, il se livra à des travaux scientifiques. Il publia divers articles dans le *Dictionnaire de la conversation*, et écrivit un *Manuel de phrénologie*, qui est l'exposé le plus clair et le plus complet des doctrines de Gall.

Dans ces derniers temps, Fossati a publié un volume contenant l'exposé de ses idées philosophiques. Il fait voir qu'il n'y a pas seulement de l'anatomie et de la physiologie dans la phrénologie, mais qu'il en découle une philosophie pratique, utile à l'ordre social.

Luigi Porta.

Le chirurgien Luigi Porta est mort le 15 septembre 1875, à Pavie, sa ville natale, à l'âge de soixante-quinze ans. Luigi Porta a légué toute sa fortune à l'Université de Pavie, à laquelle il avait déjà donné son cabinet d'anatomie. Ce fut le docteur Luigi Porta qui, avec Nélaton, soigna Garibaldi, et le guérit de la blessure qu'il avait reçue à Aspromonte.

Bennett.

John-Hughes Bennett, né à Londres, le 31 août 1812, est mort à Norwich, le 23 septembre 1875.

Le nombre des mémoires, rapports, notes, etc., publiés par Bennett s'élève à cent cinq. Ses ouvrages principaux sont : 1° *Clinical Lectures on the Principles and Practice Medicine;* 2° *Pulmonary Consumption* ; 3° *On cancerous and cancroid*

Growths; 4° *On Introduction to clinical Medicine*; 5° *Outlines of Physiology*; 6° *Text-Book of Physiology*.

Ce fut John Bennett qui publia le premier cas de leucocythémie. Il a contribué, mais dans des proportions diverses, aux progrès de la physiologie, de la pathologie et de la thérapeutique. Il a rendu de grands services à l'enseignement clinique, par la méthode rigoureuse de l'examen des malades qu'il faisait pratiquer régulièrement par ses élèves.

Winslow Lewis.

Le docteur Winslow Lewis, l'un des chirurgiens les plus habiles des États-Unis, est mort, au mois d'août 1875, à Boston, à l'âge de soixante-seize ans. Il avait étudié sous Dupuytren à Paris et sous Abernethy à Londres et exerçait la chirurgie avec beaucoup de succès à Boston. Il a fait partie à plusieurs reprises de la législature du Massachusetts.

De Sapucahy.

Le marquis de Sapucahy, savant brésilien, qui a initié à la connaissance des sciences positives Don Pedro Ier, empereur actuel du Brésil, est mort à Rio de Janeiro, d'une lésion du cœur, au mois de janvier 1875, à l'âge de quatre-vingt-trois ans.

Sapucahy a été président de l'Institut géographique du Brésil, sénateur et conseiller d'État. Ses travaux, publiés en langue portugaise, sont très-connus dans son pays.

L'empereur du Brésil voulut rendre visite à son maître et ami peu de moments avant sa mort et lui apporter quelques paroles de consolation.

A Saint-Pétersbourg, la mort a enlevé, en 1875, le docteur Eck, membre de l'Académie médico-chirurgicale, et le professeur Huebbenet.

Signalons encore, en Angleterre, la mort du docteur Michel Harris, médecin de l'hôpital des Enfants, décédé à Manchester ; celles du docteur A. George Home, membre du Collégé des médecins à Édimbourg, et du docteur James Snow, le chirurgien senior de County-Hospital-Lincoln.

En Italie, le professeur Bufalini, de l'Université de Florence, est mort dans cette ville, le 31 mars 1875.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

ASTRONOMIE.

MÉTÉOROLOGIE.

PHYSIQUE.

MÉCANIQUE.

CHIMIE.

ARTS DES CONSTRUCTIONS.

HISTOIRE NATURELLE

PHYSIOLOGIE.

AGRICULTURE.

ARTS INDUSTRIELS.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES.

NÉCROLOGIE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS CITÉS DANS CE VOLUME.

FIN DE L'INDEX ALPHABÉTIQUE.

Typographie Lahure, rue de Fleurus, 9, à Paris.